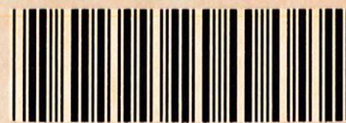
INRA mensuel

n° 111 mai-juillet 2001



Agriculture et recherche agronomique

une histoire et des enjeux partagés

Entretien avec Bertrand Hervieu

Dans la période récente, des images répétitives, dramatiques, du monde agricole, auxquelles personne ne pouvait échapper, vache folle, fièvre aphteuse, ont accentué une constante de ces dernières années : une vision négative de l'agriculture et de la responsabilité des agriculteurs dans la pollution, les problèmes de qualité de la nourriture et de la sécurité des aliments : salmonelles, listeria...
Nous avons proposé à Bertrand Hervieu de dresser un état des lieux de l'agriculture, d'aborder l'évolution des attentes de la société à son encontre puis d'envisager les questions de recherche qui en découlent.

Vous vous êtes souvent attaché dans différentes revues à rendre sa véritable dimension à l'agriculture en rappelant les nombreuses facettes de cette question complexe. Il semble important que vous le fassiez également à l'intérieur de l'Inra.

Bertrand Hervieu ■ En premier lieu, la recherche agronomique française est complètement partie prenante, à mes yeux, de l'aventure agricole française des 50 dernières années, de cette profonde transformation de l'agriculture française qui, au lendemain de la seconde guerre mondiale, n'assurait pas la sécurité alimentaire du pays et représentait un poids démographique extrêmement important puisqu'un tiers de la population active était occupé à l'agriculture.

L'aventure agricole française des 50 dernières années résulte de trois facteurs essentiels : l'État, le mouvement social agricole, la recherche.

Si, 20 ans après, la France est devenue non seulement auto-suffisante mais aussi une grande puissance agricole européenne - et, plus tard, le deuxième pays exportateur mondial de produits agricoles et agro-alimentaires - ceci est dû à trois facteurs importants :

- la mise en place de politiques publiques extrêmement volontaristes avec des budgets importants ;
- la constitution d'un véritable mouvement social à l'intérieur du monde agricole pour porter le projet de modernisation et opérer le passage de l'état de paysan au métier d'agriculteur ;
- la création et le développement d'une recherche publique particulièrement dynamique, relayée très fortement par des structures de développement et de formation.

Soulignons que ce projet à la fois politique, économique et culturel était loin d'être totalement consensuel.
En effet, toute une partie conservatrice de la société estimait qu'il fallait garder une France paysanne, nombreuse, vivant au rythme des saisons et de l'ordre éternel des champs. Dans les années 50 il y a eu des débats très violents autour de l'idée *"faut-il ou non moderniser l'agriculture française ?"*.

La modernisation agricole : un projet démocratique loin d'être pleinement consensuel.

Les "modernisateurs" l'ont emporté largement et ils ont fait prévaloir ce qui est devenu un projet politique exprimé par les lois de 1960 et 1962.
Je crois important de dire que cette modernisation de l'agriculture était le fruit d'une volonté de démocratie. Lorsque l'on fait aujourd'hui le procès de l'agriculture, il ne faut pas occulter cet ensemble qui est, j'insiste, à la fois une politique forte, un mouvement social agricole qui a voulu s'affranchir et une dynamique de développement scientifique finalisé dans le secteur de l'agriculture.

Ce qui est finalement une grande leçon de démocratie avant d'être une leçon de science, c'est que l'on ne s'est pas aperçu à la fin des années 70 que les objectifs assignés à cette modernisation de l'agriculture étant atteints, il fallait les reformuler et les modifier.

Fin des années 1970 : les objectifs étant atteints, il aurait fallu les réviser.

Cette forme de procès de l'agriculture met tout le monde mal à l'aise ; les agriculteurs ont parfois le sentiment qu'ils sont mal aimés, mal compris, ou même qu'ils n'intéressent pas ; ce qui est absolument faux. Par contre, il est certain que les agriculteurs en 2001 ne peuvent intéresser leurs contemporains de la même façon qu'en 1970. D'une certaine façon, le malentendu provient d'une faible prise de conscience de certaines évidences, notamment celle selon laquelle notre société pour la première fois dans son histoire vit avec l'assurance de pouvoir manger tous les jours à sa faim.

Souvenons-nous de ce qu'a représenté, depuis l'origine des temps, l'angoisse de ne pas pouvoir nourrir ses enfants ; même s'il était possible de les nourrir une année faste, il n'était pas certain de pouvoir le faire l'année suivante. Cette angoisse s'exprimait partout : dans les suppliques, les prières, la littérature, la poésie, la peinture, l'histoire des mouvements sociaux...

Une France libérée de l'angoisse de ne pas pouvoir s'alimenter.

Il est bien évident que dans nos pays les plus développés, des gens continuent à ne pas manger à leur faim. Ce n'est plus à cause du manque de nourriture, mais pour des raisons économiques, sociales ou culturelles. C'est tout à fait différent de la situation où des gens ne mangeaient pas parce qu'il n'y avait rien à manger.
Plus largement, il faut bien comprendre que si 800 millions d'humains souffrent de la faim aujourd'hui, ce n'est pas tant pour des questions de ressources alimentaires que pour des raisons de guerre, d'insécurité, d'absence de production, de pauvreté qui empêchent l'accès à la nourriture. C'est un cas de figure véritablement différent. Notre génération, qui n'a pas connu cette situation-là, ne peut pas regarder le monde agricole de la même façon qu'une société qui vivait dans l'angoisse permanente de ne pouvoir s'alimenter.

De fait, il s'en est suivi plusieurs phénomènes :

- une sorte de banalisation du monde agricole : les agriculteurs ont quitté un statut un peu sacralisé, voire messianique, de "nourrisseurs de la nation" pour un métier beaucoup plus technique et plus professionnel. Passer de la vocation au professionnalisme induit un mode de repré-

Désacralisation du statut et professionnalisation du métier d'agriculteur.

sentation très différent de l'activité et entraîne un réel bouleversement culturel ;

• une incompréhension : le monde agricole a le sentiment d'avoir réussi, et c'est en raison même de cette réussite que se crée cette insouciance de la société. Mais cette insouciance est perçue par les agriculteurs comme une ingratitude ;

• une insouciance incomplète : le souci s'est déplacé de la quantité à la qualité, au sens large du terme : cadre de vie, environnement, conséquences de cette production...

Il faut parvenir à lire ces nouvelles attentes de façon complètement positive et non comme le procès de ce qui a été fait. Le regard porté sur le monde agricole par la société contemporaine n'est pas fait d'indifférence ou de mépris, mais au contraire d'une attente immense, plus noble encore.

Les nouvelles attentes de la société : un regard positif et non le procès de ce qui a été fait.

Nouveau chassé-croisé : ces attentes énormes sont parfois, soit pensées comme inacceptables parce qu'elles semblent inaccessibles, soit vécues comme "pourquoi nous en demander tant !". Il n'y a pas plus grand hommage rendu à une profession de la part d'une société que d'en attendre beaucoup... et pourtant cette attente est perçue par le monde agricole comme une contestation.

Hier, cette profession devait répondre à une demande de développement quantitatif, brut. La modernisation s'est donc faite autour de la notion de spécialisation du métier afin de pouvoir fournir de la matière première en grande quantité et au plus bas prix. Nous sommes ainsi passés d'un paysan qui produisait de tout et partout à un agriculteur qui assure une, deux, trois productions, de façon très spécialisée, très segmentée.

Aujourd'hui la complexité du métier d'agriculteur s'est déplacée.

Hier, un paysan était à la fois un éleveur, un agriculteur, un transformateur, parfois un commerçant ; l'homme de la terre, l'homme du végétal et l'homme de l'animal. Aujourd'hui, un agriculteur peut n'être qu'un homme du végétal ou de l'animal. Et pour autant cette production unique lui demande des compétences extraordinairement diverses : être tout à la fois, un bon pédologue, un bon nutritionniste, un bon généticien, un bon économiste, un bon citoyen dans sa relation avec le long terme... un homme ou une femme de synthèse. Le monde agricole exprime une aspiration très forte, celle d'être reconnu comme responsable. Au fond, là se rencontrent l'aspiration du monde agricole et l'attente de la société.

Aujourd'hui, notre société demande toujours au monde agricole des productions brutes alimentaires et de qualité mais aussi, ce qui est nouveau, d'aller plus loin dans son implication dans la transformation : à la fois, du brut, des produits qualifiés, des labels, qui sont déjà un début de transformation ; produire de l'agricole mais aussi du non agricole à travers la production d'énergies nouvelles, de matières premières pour la pharmacologie ou la cosmétologie, avec l'"agriculture biologique"... On retrouve là toutes les grandes questions qui vont de l'environnement au bien-être animal, des conditions de travail à la variété des produits, à leur fraîcheur, à leur définition, à leur identité.

Produire des aliments bruts, des produits qualifiés, des labels... et aussi des biens non-marchands, des richesses immatérielles.



Photo : L. Vidal

Traçage de sillons. Chauriat (Cantal).

Il doit donc produire des biens matériels, mais, ce qui est nouveau, c'est que la société est consciente que l'agriculture est aussi productrice de richesses immatérielles : des paysages, une certaine culture, de la biodiversité, un environnement, une eau, un sol, un sous-sol...

L'agriculture est productrice de qualité, aussi bien de biens privés que de biens publics et *in fine* l'agriculture la plus moderne de nos pays est productrice à la fois de biens marchands et de biens non-marchands.

Cette déclinaison entre produit brut/produit "transformé", produit alimentaire/produit non-alimentaire, produit matériel/produit immatériel, biens privés/bien publics, biens marchands/biens non-marchands, n'est pas abstraite, mais traduit la richesse des attentes à l'égard du monde agricole. C'est reconnaître qu'il est un secteur économique original et qu'il doit être porteur d'un projet, d'un enjeu de société que le marché ne peut pas régler seul.

Il y a bien des convergences entre les aspirations et les attentes, encore faut-il arriver à les exprimer et reconnaître de part et d'autre que le métier d'agriculteur est extrêmement complexe, mais d'une complexité que la société pressent plus qu'elle n'arrive à la dire. Il faudrait donc que le monde agricole comprenne que la réponse viendra de lui et que, d'une certaine façon, il lui revient de traduire cette attente en question gérable.

Ces nouvelles demandes de la société à l'agriculture ne sont-elles pas entachées d'une vision devenue très urbaine, ignorante de la nature, nourricière mais pleine de pièges ; ayant oublié les conditions de vie difficiles des agriculteurs liées aux aléas de la production, rendue irrégulière par le climat, les attaques massives d'insectes ou de champignons. "La ville" par exemple, ignore que les vaches à l'état "nature" produisent moins de deux litres de lait par jour dans de nombreuses régions du monde.

Bertrand Hervieu ■ Nous sommes en effet passés d'une civilisation rurale à une civilisation urbaine. En France, cela s'est fait beaucoup plus rapidement que dans n'importe

quel autre pays avancé. Au moment des maxima de population rurale, la décennie 1860-1870, 80% de la population française, vivait, travaillait et produisait la richesse nationale dans des communes de moins de 2000 habitants. La France était une grande exception européenne, en raison de l'immense place occupée par une population dispersée sur l'ensemble du territoire, ces fameuses 36 000 communes rurales françaises héritées des paroisses...
Ceci a été original parce que tout ce travail de centralisation, opéré aussi bien par l'Ancien Régime que par la République, a reposé sur cette très grande dispersion villageoise, notamment sur le maintien d'une paysannerie attachée au sol. Sous l'Ancien Régime à travers les laboureurs, sous la République en faisant du laboureur, un petit propriétaire individuel. C'est un dispositif tout à fait intéressant sur lequel j'ai voulu réfléchir dans "L'archipel paysan [1]", qui fait que la France est restée un pays agricole et rural, jusque dans le dernier quart du 20ème siècle. Mais le jour où la France a basculé, où elle est devenue clairement un pays de culture urbaine, ce fut d'une très grande "brutalité". Le modèle alimentaire français, directement issu de celui de la famille paysanne, s'est profondément transformé grâce au développement fulgurant de l'industrie agro-alimentaire française accompagné par la recherche. Ce qui fait qu'à partir des années 70, notre alimentation est devenue beaucoup plus "transformée" donc beaucoup plus abstraite et fort éloignée du producteur de matière première.

La France est restée un pays agricole et rural, jusque dans le dernier quart du 20ème siècle puis, très brutalement, est devenue un pays de culture urbaine.

À ce moment-là, il y a eu une première coupure culturelle qui a éloigné beaucoup le producteur du "mangeur". À côté de l'insouciance s'est installée l'ignorance, très vite. Ce double phénomène s'est accompagné en même temps d'un autre mouvement de civilisation qui dépasse le cadre de l'agriculture : un important recul de la mort dans la "vie" de chacun. Ceci de deux façons. Si l'espérance de vie a fait un bond extraordinaire, c'est notamment parce que nous sommes mieux nourris. La mort est devenue plus lointaine ; ce qui est paradoxal, car l'on pourrait penser que si notre espérance de vie devient plus longue, nous pouvons vivre de mieux en mieux la mort. Bien au contraire, au moment où la mort a reculé, notre société a cherché à occulter ce qu'il en restait.

Une première coupure culturelle, un éloignement de la nature, l'insouciance et l'ignorance accompagnées du recul de la mort.

Ce non-dit de la mort s'est accompagné d'un éloignement de la mort animale elle-même. Tout se passe comme si l'animal n'était pas fait pour mourir ; d'où certaines difficultés rencontrées autour de la chasse, du surinvestissement envers l'animal "de compagnie" et du refus de savoir ce que devient l'animal "de rente" dont on finit par occulter aussi la vie, évitant de se poser la question de sa mort [2].

Il y a donc éloignement de l'alimentation, occultation de la mort et finalement éloignement de la nature, parce que jusqu'à maintenant les relations que nous avions avec la nature était fondées sur une relation de production. La nature était vue comme le lieu de la vie, le lieu de la production de l'alimentation, à travers le végétal ou l'animal ou même le bois, pour se chauffer....

La nature était perçue dans sa fonctionnalité par rapport à l'homme avec en plus une vision très utilitariste qui a beaucoup servi le projet de l'agriculture. Si l'on essaye de comprendre les ressorts culturels qui ont permis la modernisation de l'agriculture, il faut évoquer la révolution qui s'est opérée autour des années 1950 dans les mouvements d'action catholique : il y a un "avant" où la nature est vue comme un ordre, un ordre divin qu'il faut respecter. Il y a un "après" qui est une vision prométhéenne exaltant les capacités de l'homme, la science venant au secours de ce projet. Il y a convergence entre le pouvoir confié à l'agriculteur de maîtriser la nature et le pouvoir confié à la science de la connaître et d'aider à la maîtriser. Nous retrouvons ce double phénomène d'insouciance et d'ignorance de la part du citadin. L'éloignement de la nature fait que celle-ci n'est plus tant regardée comme ressource, nourricière, protectrice, que comme un cadre de vie [3].
Je souhaite souligner là que cette recomposition du regard porté sur le monde agricole n'est pas indépendante d'une très grande mutation culturelle, celle du changement de regard de nos contemporains sur le vivant, la nature, l'animal, le végétal et sur eux-mêmes, sur leur conception de ce qu'est la vie et la mort.
Nous n'avons pas encore complètement décrypté ces grandes mutations qui se font assez largement à notre insu, mais dont l'agriculture est un lieu de cristallisation parce que c'est un lieu où ces mutations sont tout à fait saisissables.

Un engagement selon une vision d'origine religieuse.

L'agriculture porte notamment, à en croire les médias et certains politiques, une immense responsabilité dans la dégradation de notre vie actuelle. Il y a quand même d'autres responsabilités, politiques, industrielles, financières. Il semble que l'on confonde ce que l'agriculture génère et ce qu'elle subit. Qu'en est-il pour vous ?

Bertrand Hervieu ■ Je refuse les termes de ce mauvais procès. Je l'ai dit plus haut, ce mouvement de modernisation a été véritablement voulu par la nation. On ne peut donc pas faire porter à une seule catégorie sociale la responsabilité d'un mouvement voulu démocratiquement.

[1] "L'archipel paysan. La fin de la République agricole" Bertrand Hervieu, Jean Viard, Éd. de l'Aube, 2001 125 p. voir Inra mensuel n°109 mars-avril 2001 p. 24

[2] Jean-Pierre Digard, un ethnologue, lors d'une interview cet été, disait que finalement on pouvait se demander si l'extraordinaire surinvestissement de notre société sur les animaux de compagnie (qui représentent quand même la moitié du chiffre d'affaire des vétérinaires et le plus fort taux de profit pour cette partie de l'agroalimentaire dans les 20 dernières années) n'était pas la façon d'exorciser le devenir des animaux dits de rente dans nos sociétés contemporaines.

[3] C'est quand même un immense basculement. Dans l'enquête que nous avions menée avec Jean Viard pour la DATAR sur les Français et l'espace rural, nous avions posé la question très banale *a priori* "L'espace rural, est-ce pour vous un lieu de production, des paysages ?" et 61% des ruraux, 72% des urbains répondent des paysages... ("Au bonheur des campagnes" Bertrand Hervieu, Jean Viard, Éd. de l'Aube, nouvelle édition 2001, 160 pages, voir p. 142).

La responsabilité des choix agricoles a été collective.

Mais au-delà surgit une réelle difficulté : la responsabilité est collective et elle n'empêche pas de devoir s'interroger sur la responsabilité respective du scientifique, du politique, du monde agricole, du monde industriel et économique. Le monde agricole est un secteur qui revendique d'exercer un métier de responsabilité. Le chercheur le revendique aussi... Dès lors, un secteur professionnel est responsable par la façon qu'il a ou qu'il n'a pas d'anticiper les changements qu'il faut entreprendre ou même de tirer des signaux d'alarme. La responsabilité n'est pas d'avoir endossé cette épopée ; faire ce procès-là, c'est faire avec des yeux de 2001 le procès d'un projet élaboré en 1950. Cela n'a pas de sens alors que toute la société en a tiré du bien-être.

En revanche, ce n'est pas parce que cette histoire-là a eu sa légitimité qu'elle la conserve au changement de siècle. C'est cela qui est en débat et c'est là qu'il faut en appeler à la responsabilité du chercheur, du politique, du consommateur, de l'industriel et aussi de l'agriculteur. Comment reformuler ce projet, compte tenu du fait que nous avons de nouveaux moyens, de nouvelles connaissances, de nouvelles aspirations, de nouveaux équilibres, à l'échelle de notre pays et du monde ?

D'une certaine façon, vous répondez ainsi sur le fond à la confusion existante autour des termes "intensif", "productif", "production", "productivité" qui sont assimilés à "productivisme" ; dont l'agriculture,et la recherche à un certain degré, sont considérées comme responsables ; débat resurgi notamment à l'occasion de l'ESB et de la fièvre aphteuse.

Bertrand Hervieu ■ S'agissant de ces crises, j'ai eu l'occasion de rappeler qu'il fallait distinguer quatre registres d'analyse :

- un enchaînement d'imprudences, de fraudes caractérisées, de dissimulations pour l'ESB en Angleterre
- le démantèlement des réseaux publics d'alerte et de surveillance pour la fièvre aphteuse, toujours en Angleterre ;
- les nouveaux modes de gestion du vivant du dernier demi-siècle et les conséquences du développement des échanges mondiaux ;
- enfin, les nouvelles formes d'organisation du travail qui ont permis de développer la productivité dans le secteur agricole comme ailleurs.

Rassembler ces évolutions sous le vocable unique de productivisme ne permet pas de les comprendre.

Divers éléments sont invoqués comme des données statistiques irréfutables pour faire ressentir combien la place économique de l'agriculture dans la société se réduit :

- les agriculteurs représentent un pourcentage de plus en plus faible de la population active : de 50% à la fin du 19ème siècle, avec encore des disettes, à 4% aujourd'hui dans une situation d'abondance. Il fallait à cette même époque, un actif agricole pour nourrir trois personnes ; aujourd'hui, il en nourrit 70.
- la part de l'alimentation dans le budget des ménages diminue également : de 25,6% en 1970 à 14,6% en 1999 [4].

Qu'en est-il derrière les apparences ? Cela signifie-t-il que l'importance économique réelle de l'agriculture diminue, alors qu'elle produit toujours les matières premières de l'industrie agro-alimentaire dont les exportations constituent le second poste du commerce extérieur français ?

L'indépendance alimentaire d'un pays n'est-elle pas une responsabilité toujours aussi réelle ? "L'arme alimentaire" n'est-elle pas toujours un moyen de pression comme on le voit avec l'organisation mondiale du commerce (Omc) ou autour du "codex alimentarius" ?



Photo : ©INRA

Recherches Inra en amélioration des plantes à Montpellier : cages d'autofécondation, 1959.

Bertrand Hervieu ■ Bien entendu, l'agriculture demeure un enjeu économique très important. Pour l'agriculture française en particulier, premier pays européen à ce titre, la production de matière première se traduit par la production de produits transformés, riches en valeur ajoutée et en emplois induits, qui sont un des fers de lance de l'économie française.

L'agriculture, toujours un enjeu économique très important mais aussi géopolitique.

Ceci étant, la question de l'arme alimentaire n'est pas éteinte. Il y a eu encore au moment de la loi d'orientation agricole de 1999 d'importants débats autour de la vocation exportatrice de la France, portant notamment sur le terme même de "vocation". Si l'on prend le problème des céréales, la présence de la France et de l'Europe sur ce marché mondial est d'abord un enjeu géopolitique avant d'être un enjeu économique. Je crois nos concitoyens tout à fait aptes à comprendre que cet enjeu est de première importance dans un monde que nous voulons penser comme multipolaire. À cet égard, il est essentiel que l'Europe soit présente dans la question géopolitique des grandes matières premières ; ceci ne se juge pas à l'aune des marchés mais à l'aune d'une politique de construction

La question de l'arme alimentaire n'est pas éteinte.

[4] D'après les "Tableaux de l'économie française" (Insee) pour l'alimentation et les boissons non alcoolisées, chiffres de la comptabilité nationale, édition 1982 pour l'année 1970 et 2000-2001 pour 1999.

de la paix à l'échelle mondiale autour des grands équilibres. C'est un grand enjeu politique.

Il est un caractère important de notre époque d'avoir à prendre en compte les facteurs les plus variés et apparemment en opposition, pour, derrière les apparences, discerner ce qui peut être construit dans la diversité : plus riche, plus complexe. C'est vrai pour tout. Aujourd'hui nous devons avoir une autre approche, croiser l'individu et la société. Les lois, les règles, les normes, ne peuvent pas concerner indifféremment toutes les situations. Les réponses à la société doivent devenir aussi complexes que le sont la vie, les situations, les relations humaines ; les codes ne constituent que des cadres à apprécier ; on oublie que les lois sont accompagnées d'une jurisprudence et que celle-ci peut aussi faire évoluer les lois. C'est vrai également pour la perception monolithique de la recherche dans notre société.

Bertrand Hervieu ■ Oui, nous devons articuler des desseins individuels, une responsabilité individuelle, une reconnaissance de l'individu comme personne et des histoires collectives qui nous échappent forcément mais dans lesquelles nous nous situons aussi. C'est un immense progrès des sociétés, cela en est même étourdissant. Nous ne sommes pas dans le domaine de l'ordre mais dans celui d'une question posée à la science. La société, pour se rassurer, a envie de transformer aussi bien le savant que le politique en producteur de normes. Regardez d'ailleurs comme le politique renvoie ses interrogations vers le scientifique... Ceci est inouï !

Qu'il s'agisse de recherche ou de politique, prendre en compte et exprimer la complexité nécessaire, est un immense progrès.

Quelqu'un nous a fait assez bien progresser en essayant de comprendre ce que dit la société dans ses émotions. C'est Edgar Morin qui a ouvert la voie à une mobilisation des chercheurs pour que ceux-ci essaient de comprendre et de traduire un questionnement en questions et ensuite offrent un début de réponses. Edgar Morin donne une définition de la sociologie qui s'applique à la science : "une science qui aide une société à se comprendre elle-même" mais l'on pourrait dire d'une science biologique : "une science qui aide les êtres humains à comprendre ce qu'est la vie".

Cependant, on ne peut pas reprocher à la société de mal formuler les questions. Il fait aussi partie du travail du chercheur de formuler en objet de recherche, un questionnement parfois un peu contradictoire. Il fait partie de la responsabilité d'une grande profession comme la profession agricole de formuler en des termes acceptables les attentes souvent un peu "brouillonnes" de la société et de se constituer en force de propositions par rapport à cela. C'est aussi là que demeure la responsabilité professionnelle.

La complexité du politique peut aussi être expliquée. Je pense à une réflexion très juste de Jean-Pierre Dupuy "la politique est l'indécidable décidé". Ce qui permet de prendre des décisions, d'en exprimer les raisons et de faire ressentir que les "choses" pourront aussi changer.

Bertrand Hervieu ■ Absolument, c'est une belle formule. Les lois sont en fait des constructions sociales, des compromis. Ce sont, comme la science, des moments non pas relatifs mais historiques. Cela veut dire qu'elles peuvent être dépassées et qu'elles ne sont pas irrémédiables.

Revenons au monde agricole : cette grande épopée de la modernisation de l'après-guerre n'a pas été si facile que cela. Ceux qui ont gagné en ouvrant la voie à la modernisation ont eu le sentiment que cela avait été possible parce qu'ils s'étaient battus. Dès lors, c'était bien une conquête, apparue vite comme indépassable parce qu'elle était devenue pleine de sens. Des gens se libéraient de l'archaïsme, rejoignaient la science, nourrissaient la nation et en faisaient une grande puissance ; ce qui, au bout du compte, renforçait la démocratie et les institutions. Vous ne rencontrez pas toutes les décennies une telle plénitude dans une épopée professionnelle et sociale ! Le succès de ce dispositif a fait que le monde agricole ne s'est pas senti capable de le réviser, car le réviser eût été le trahir à ses propres yeux.

La réussite même de l'épopée de la modernisation agricole a rendu difficile de réviser les premiers objectifs.

Il est difficile d'accepter que, la plupart du temps l'on n'arrive pas à construire des choses sans les opposer, sans la mise à mort de "l'avant", comme si cela était nécessaire au "nouveau", alors que ce sont au contraire des racines qui, enrichies par les savoirs nouveaux, peuvent permettre de construire ce qui va venir...

Bertrand Hervieu ■ Oui, tout cela est subtil... mais la vie, le vivant, sont subtils ! Il est très difficile de faire passer l'idée de changement sans pour autant condamner le passé. Il est vrai aussi qu'il y a des bilans à faire, qu'il subsiste des zones d'ombre, dans quelque épopée que ce soit, aussi glorieuse fut-elle.

Faire passer l'idée de changement sans pour autant condamner le passé.

Je pense que le 21ème siècle ouvre de grandes perspectives sur tout ce qui est lié à la gestion du vivant. Au fond, le monde agricole se retrouve face à cette immense tâche et, là encore, on retrouve la proximité entre le chercheur et l'agriculteur, de devenir l'un, pas le seul, des gestionnaires du vivant et non plus seulement un producteur de matières premières. Là encore, c'est un sacré défi !

Le monde agricole se retrouve face au défi de devenir l'un des gestionnaires du vivant et non plus seulement un producteur.

L'Inra par le large éventail et la cohérence de ses disciplines peut avoir une analyse privilégiée face à cette complexité des problèmes, aux attentes contradictoires ; faire ce lien entre les connaissances acquises et les questions nouvelles. C'est cette richesse qu'appellent des thèmes au contenu de recherche pour le moins divers que sont l'environnement, le bien-être animal, la qualité... Nous pouvons par exemple tirer des enseignements des graves erreurs qu'engendre une approche seulement économique, ou même économétrique du moindre phénomène, du vivant plus que tout autre, de la production ou de la conception de la mondialisation ; tout autant, il serait dangereux d'opposer la production ou le nécessaire niveau de vie des agriculteurs à la prise en compte de l'environnement, de la fragilité des sols... Comment continuer à produire et produire mieux dans le respect de l'environnement, de l'animal, tout en assurant un mode de vie décent aux agriculteurs ? Ce sont de véritables questions de recherche.

Bertrand Hervieu ■ Plus nous avançons dans la connaissance, plus nous sommes capables de comprendre les

conséquences des interventions de l'homme sur la nature. C'est là un acquis des connaissances. Mieux on comprend la plante, l'interaction sol-plante, le rôle des micro-organismes, la structure des sols... et plus on est capable d'avancer dans une meilleure compréhension d'une agriculture de précision, c'est-à-dire d'une agriculture qui utilise au mieux les ressources de la nature sans les compromettre.

Une recherche qui articule connaissances de base et pratiques pour une agriculture qui utilise au mieux les ressources de la nature sans les compromettre.

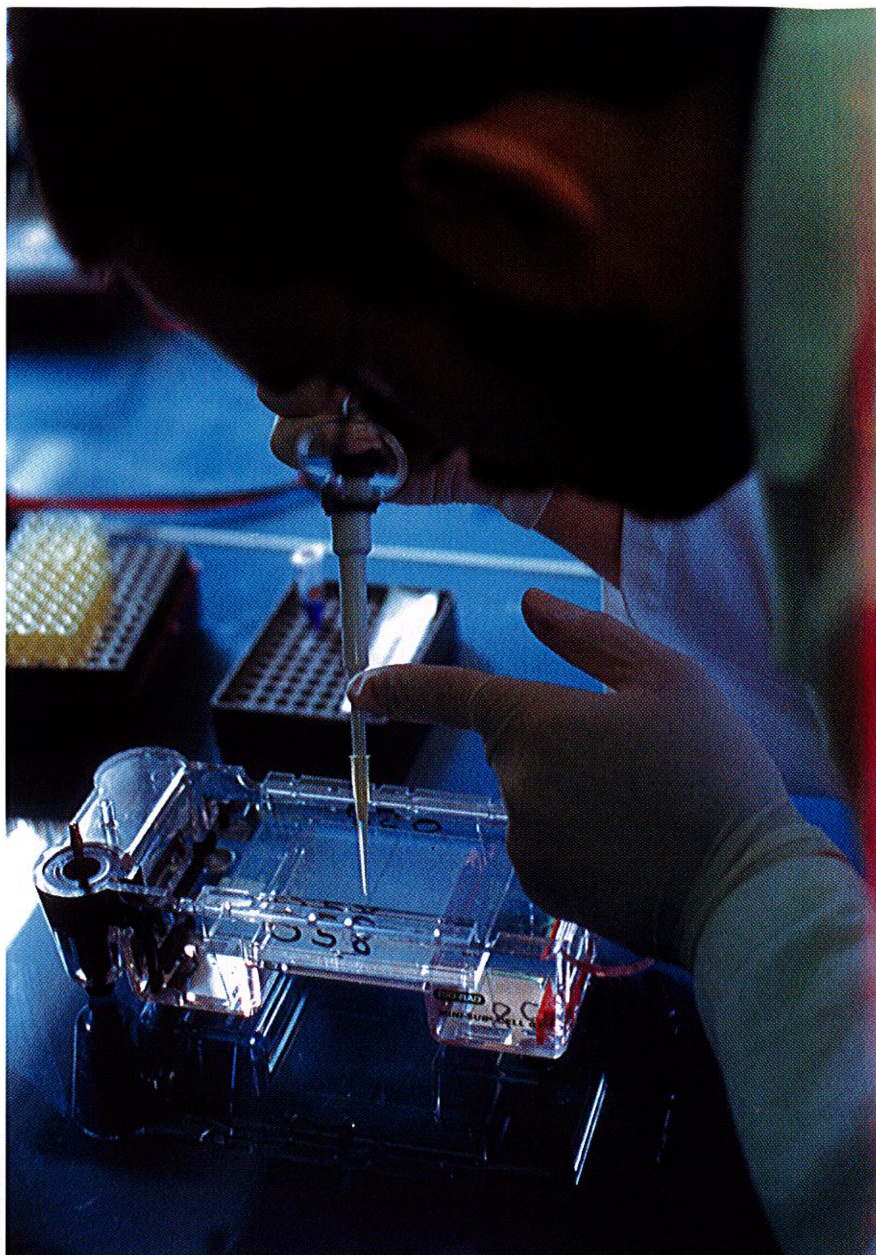
Cette question est d'abord un objet de recherche qui demande des connaissances de base très fondamentales et surtout, ce qui est très nouveau et stimule la dynamique des connaissances, nécessite une interaction entre les différents segments de pratiques et de connaissances. Sur ce point, nous savons que nous sommes encore très frustes dans notre capacité à articuler connaissances et pratiques, pratiques entre elles et connaissances entre elles. La difficulté est encore plus grande lorsque l'on essaie d'articuler l'ensemble de ces éléments.

Nous butons sur des problèmes d'intelligence au sens fort du terme. Il y a des interactions que nous ne comprenons pas encore, parce que nous n'intégrons pas suffisamment les données du temps, de l'espace et surtout les articulations des connaissances entre elles. C'est bien l'enjeu d'un développement aussi fin que possible des approfondissements disciplinaires et du questionnement des disciplines entre elles. Nous devons faire en sorte que les disciplines puissent mieux inventer ensemble de nouveaux questionnements, de nouveaux objets de recherche.
On voit bien à l'Inra à quel point rapprocher des chercheurs qui se préoccupaient d'environnement et de climatologie avec des spécialistes d'agronomie, a fait surgir de nouvelles problématiques, de nouveaux objets de recherche. Les progrès de la science sont toujours aux marges, c'est-à-dire "au bout" et avec des chemins de traverse, avec de l'indiscipline disciplinaire. C'est là qu'est l'espace de la créativité, mais pour que cette créativité puisse s'exprimer, il lui faut la maîtrise et l'exigence d'une discipline.

Les progrès de la science sont toujours aux marges, avec des chemins de traverse, et de l'indiscipline disciplinaire.

Notre société rêve d'avoir des chercheurs qui récapituleraient de grands pans de la connaissance au moment même où celle-ci, pour pouvoir avancer, devient de plus en plus spécialisée et de plus en plus segmentée. Nous avons, nous chercheurs, beaucoup de mal à faire comprendre à nos concitoyens que la pluridisciplinarité, l'interdisciplinarité, est bien un "après" de la disciplinarité c'est-à-dire que les chercheurs à partir de différentes disciplines sont capables de construire une synthèse en intégrant les connaissances pour comprendre un grand problème. Cela demande souvent de faire appel à plusieurs disciplines mais implique fondamentalement la maîtrise au moins d'une discipline, parfois de deux. Aucune discipline ne peut prétendre faire le tour d'un problème à un moment donné, mais la somme des disciplines ne permet pas davantage la connaissance de l'ensemble. L'agronome du 21ème siècle, qu'il soit agronome-chercheur ou agronome-praticien sur ses terres, n'est pas un agronome qui hérite d'une synthèse, c'est un agronome qui construit sa synthèse à partir de pratiques ou de savoirs éminemment nouveaux et renouvelés.

Comprendre un problème complexe demande souvent de faire appel à plusieurs disciplines mais implique fondamentalement la maîtrise d'une discipline.


Photo : Ch. Maître

Chargement d'un gel d'agarose permettant l'examen de fragments d'ADN par électrophorèse. Cela permettra de déterminer l'orde de succession des bases constituant une molécule d'ADN. (Biologie cellulaire végétale, Versailles).

N'est-ce pas le cas pour les relations entre sélection classique et connaissances du génome, l'une ne doit pas se substituer à l'autre mais s'enrichir réciproquement d'une manière extraordinaire ?

Bertrand Hervieu ■ Oui, c'est un bon exemple, puisque la génomique ne va pas disqualifier tout l'apport quasi séculaire de sélection génétique, patiente, faite sur des résultats, sur des généalogies et sur un contrôle des performances, où le chercheur et l'éleveur étaient

Un exemple, les relations entre sélection classique et connaissance du génome.

complices dans une culture de la sélection, dans une vision du "bel animal", utile et adapté.
Les recherches en biologie moléculaire hier, en génomique aujourd'hui, conduisent à aller plus loin dans la compréhension de ce qui permettait ces sélections, de les accélérer, de les compléter, de les faire évoluer. On pourrait dire cela aussi sur les relations entre la sélection végétale, l'agronomie, les sciences du sol, sur l'adaptation des plantes à des sols, à des climats...

Par exemple, pour passer à un élevage extensif il faut connaître la génétique, la pathologie, le comportement animal, le sol, les végétaux... pour assurer à l'animal une nourriture suffisante et lui permettre de résister à ces nouvelles conditions et de se reproduire.

Bertrand Hervieu ■ Là-dessus, je ne suis pas inquiet. Je suis convaincu que la mission de l'Inra est d'aller encore plus loin dans la recherche approfondie de phénomènes complexes, parce que l'Inra est redevable aussi bien vis-à-vis de l'ensemble de nos concitoyens que du monde agricole en particulier.
Quelques exemples sur les grandes priorités de l'Inra :
• l'Inra, aujourd'hui, est tout autant attendu par le monde agricole et la société sur ce qu'il peut apporter à la recherche sur les prions que sur ce que nous pourrions faire en nutrition animale. Comprendre ce que sont les prions est loin de l'agriculture et en même temps est complètement au cœur des problèmes posés pour son avenir
• prenons le cas du développement de la microbiologie dans le domaine de la sécurité des aliments. Il est évident que c'est par des recherches encore plus approfondies en ce domaine que l'on peut comprendre ce qu'est et comment traiter la sécurité des aliments
• sur l'environnement, c'est la même chose. Comprendre aujourd'hui les questions de l'environnement et du développement durable, ce n'est pas forcément imaginer des recherches dont les résultats seront immédiatement applicables. Pour autant, c'est construire des recherches dans un champ dont les finalités sont tout à fait claires et explicites.

Lorsque nous disons que l'Inra a cinq grandes priorités que sont la génomique, les sciences de l'environnement, la nutrition et la sécurité des aliments, la bio-informatique, les sciences sociales et les sciences juridiques à des fins de compréhension et d'aide à la décision, effectivement ce n'est pas dans une perspective où le chercheur peut apporter individuellement une aide à l'agriculteur, comme certains généticiens ou agronomes ont pu le faire dans les années 60 à l'Inra. Nous ne sommes plus seulement dans cette position assez proche et immédiate du conseil. Nous sommes désormais au cœur de ce qui fera ou ne fera pas que l'agriculture européenne au 21ème siècle puisse être autonome dans la connaissance et la gestion de la ressource génétique, sûre dans sa production de matière première alimentaire, durable et complètement en phase avec l'attente d'une société qui, devenue insouciante de la quantité, attache de plus en plus d'importance à la qualité de son cadre de vie.

Définir aussi des priorités de recherches plus fondamentales, en apparence plus éloignées des problèmes agricoles immédiats.

Ces fortes ambitions de connaissances sont complètement en phase avec les grandes missions qui se dessinent pour l'agriculture elle-même à l'horizon du 21ème siècle. Mais avec plus de détours, plus d'éloignement que l'on pouvait le penser en 1950, je le conçois tout à fait. Vous admettrez aussi avec moi qu'entre le monde de la recherche et le monde de la production se sont construit des dispositifs de formation, de développement et d'interface qui rendent légitime et possible cette distance.

Vous avez évoqué la possibilité de constituer des unités mixtes de recherche avec le milieu agricole ? Avec quelles structures ?

Bertrand Hervieu ■ Si l'on veut éviter des coupures radicales entre la recherche très approfondie, le développement et le producteur, il faut trouver des méthodes qui permettent de construire ensemble les grandes interrogations de la recherche, débattre ensemble des orientations, délibérer des méthodes. C'est la raison pour laquelle je plaide pour que l'on puisse développer des Groupements de recherche, d'expérimentation et de développement (GRED), comme ce qui est fait avec les universités ou les organismes de recherche. Ce serait, avec le monde agricole, des lieux de transfert mais aussi de mise en débats et de légitimation de nos orientations de recherche. Les chercheurs ne sont pas seuls habilités à définir ce que doivent être ces orientations ; nous devons donner un point de vue sur ce qu'elles doivent être en fonction de l'analyse que nous faisons du mouvement des sciences ; c'est notre responsabilité de chercheur. Mais cette analyse doit être confrontée avec le questionnement des producteurs, des consommateurs, des industriels, des politiques, des leaders ou des porte-parole de la société civile. Le politique en a besoin pour éclairer ses choix. Le monde de l'économie et de l'industrie, celui de la consommation ou le monde culturel et social ont besoin aussi de ce débat pour élaborer eux-mêmes leurs propres interrogations.
De même, les "comités stratégiques" que je réunis autour du Conseil d'administration sont des lieux de débats et de délibérations de nos grandes orientations. Mon idée est à la fois de les tenir à un niveau très central autour du Conseil d'administration, et en même temps de m'appuyer sur les présidents de centre pour que ce débat puisse se tenir aussi dans les centres.

Des lieux et des structures de débats et de délibérations de nos grandes orientations avec nos partenaires agricoles, consommateurs, industriels, politiques...

Le débat au Conseil d'administration avec nos partenaires n'est-il pas suffisant ?

Bertrand Hervieu ■ Vous ne pouvez pas demander à des administrateurs de se réunir plus d'une fois tous les trois mois, avec ce que comporte tout exercice d'un conseil d'administration, les dossiers parfois un peu ardus ou fastidieux mais qu'il faut traiter pour des raisons juridiques et institutionnelles.
Il faut donc se donner les moyens d'élargir ce débat. Nous avons eu une première réunion autour de la génomique. La prochaine sera sur l'environnement et je souhaite conduire ces réunions au rythme du Conseil d'administration, quatre fois par an.
Dans ces comités, nous rassemblons de grands partenaires de la recherche qui s'interrogent à propos de la


Photo : J.P. Tissier

Picardie, région de Péronne dans la Somme.

science, des représentants du monde agricole et de la transformation, des élus, députés et sénateurs, des associations, des mouvements d'opinions, peut-être des journalistes aussi, pour entendre leurs questions et pour tenter d'expliquer pourquoi nous faisons tel choix et comment nous pouvons le modifier.

Cela s'ajoute aux rencontres avec les professionnels organisées par presque tous les centres pour faire le point des avancées scientifiques. Il y a aussi les journées porcines, ovines, caprines, avicoles...

Bertrand Hervieu ■ Il faut absolument que ces rencontres continuent car elles sont très utiles. De plus, je souhaite rencontrer dans les centres et dans les régions un ensemble de professionnels, d'industriels, de responsables politiques, associatifs, pour recueillir leurs opinions et leurs interrogations, afin d'enrichir notre réflexion collective sur l'Inra dans le long terme.

Ce sera le sujet d'un prochain entretien avec vous.

Interview par denise Grail, Paris, octobre 2001 ■

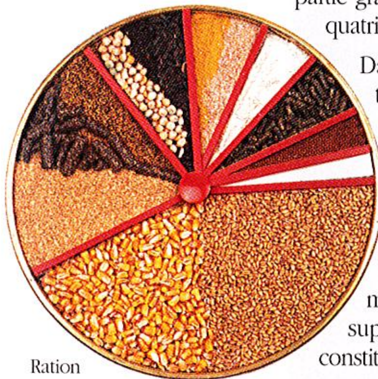
Des aliments d'une autre farine !

La crise de l'ESB conduit entre autres à la suppression des produits animaux dans l'alimentation des oiseaux, ce qui n'est pas sans conséquences...

En liberté, les oiseaux sont opportunistes et consomment des aliments de composition variée : grains de céréales et protéagineux, insectes, vers de terre... qu'ils trouvent en "chassant". Élevés de cette façon, ils sont abattus et consommés à des âges sans commune mesure avec ceux des élevages en claustration qu'ils soient en plein air ou non : poulet industriel abattu à trente-cinq, trente-neuf jours, label "élevé jusqu'à douze semaines environ", voire "poulet de Bresse" abattu au minimum à 105 jours.

Aucun aliment simple ou matière première ne permet de satisfaire tous les besoins des animaux en croissance, volaille ou autre. En aviculture, le nutritionniste doit donc assembler les matières premières pour en faire un aliment complet apte à satisfaire tous les besoins dans un contexte de production donné : type de bâtiment, souche et sexe des oiseaux, âge d'abattage...

Chaque année, en France, les volailles (poulet, dinde, poule pondeuse...) consomment environ dix millions de tonnes d'aliments composés : granulés et farines. Cette quantité représente presque la moitié des aliments dits "industriels" fabriqués pour l'alimentation des animaux. C'est en grande partie grâce à cette production que notre pays est devenu le quatrième producteur mondial de viandes de volailles.



Ration d'une volaille pour différents constituants représentée en proportion de leur part dans l'aliment complet. Photo : A. Beguey.

Dans les aliments pour volailles, les variations des taux d'incorporation des différentes matières premières ont pour origine les besoins spécifiques des oiseaux en différents nutriments et les prix des matières premières. Ainsi, la croissance optimale du dindonneau est assurée par des rations très concentrées en protéines donc très riches en tourteaux, alors que la poule pondeuse se satisfait d'aliments moins pourvus en protéines mais largement supplémentés en carbonate de calcium (le calcaire), constituant majeur de la coquille de l'œuf*.

* voir *Inra mensuel* sur la formation de la coquille d'œuf, n°104 mars-avril 2000.

Des matières premières d'origine végétale

Tous ces aliments sont constitués d'ingrédients élémentaires ou matières premières en grande partie d'origine végétale.

En effet, les aliments des volailles contiennent de grandes proportions de matières premières directement mises à disposition par les agriculteurs (blé, maïs, orge, sorgho, pois, graines de soja, de colza, tournesol, ...) et de nombreux coproduits générés par les industries agro-alimentaires. Il s'agit en particulier de tourteaux issus de graines oléagineuses (soja, colza, tournesol...), dont on a extrait l'huile destinée à l'alimentation humaine mais aussi animale. Ce sont également des sons, des remoulages, des farines basses de céréales, des drêches, des mélasses..., générés par les industries de l'amidonnerie, de la malterie, de la semoulerie, des distilleries, des sucreries.

Enfin, de nombreux éléments minéraux et organiques sont aussi ajoutés pour satisfaire les besoins des oiseaux en calcium, sodium, phosphore, vitamines et acides aminés.

Des additifs

La profession est également autorisée à ajouter des proportions infimes (5 à 50 grammes/tonne d'aliment) d'additifs destinés à favoriser la croissance des oiseaux, améliorer la valeur de l'aliment ingéré et donc à limiter la pollution par les déjections des animaux. Ce sont des antibiotiques mais par précaution, la majorité d'entre eux est interdite depuis juillet 1999, même si un poulet en consommait au maximum 0.2g dans toute sa vie. Aujourd'hui, seuls sont utilisés deux antibiotiques et mais aussi des anticoccidiens destinés à limiter l'impact négatif de parasites naturels (les coccidies) du tube digestif des oiseaux.

Mais des études sont en cours pour réduire encore l'utilisation de ces additifs.

Sont également ajoutées à l'aliment des enzymes : xylanases, ß-glucanases, dont l'objectif est de limiter les effets négatifs de molécules glucidiques apportées principalement par le blé et l'orge, mais aussi des phytases permettant une meilleure valorisation par les oiseaux du phosphore végétal. Ces deux derniers éléments de synthèse chimique représentant environ 1% de la ration complète.

Des farines animales maintenant interdites

Les farines animales ont été employées car elles apportaient à la fois des protéines de bonne qualité, de l'énergie et des minéraux : calcium et phosphore. Un aliment classique "poulet" en renfermait en moyenne 4% ; elles étaient interdites dans les aliments destinés au poulet "label". Renfermant environ 50% de protéines elles concurrençaient directement le tourteau de soja importé. En France, leur production était de 500 000 tonnes par an environ.

Des graisses

Autre aliment incorporé dans les aliments destinés aux volailles en croissance, les graisses, notamment d'origine animale, assuraient un apport important d'énergie permettant ainsi l'incorporation et donc la valorisation d'autres matières premières générées par la meunerie et en particulier des coproduits des céréales : sons de blé et remoulages. En outre, leur composition en acides gras assurait une bonne qualité de présentation des carcasses. Elles sont actuellement remplacées par des corps gras d'origine végétale : huile de colza, de soja, de palme, de coprah...

D'un point de vue législatif, il faut signaler que depuis 1995, la loi française imposait aux industriels une collecte sélective et un traitement spécifique (130 degrés, 3 bars, 20 minutes) des déchets animaux afin d'éviter les risques de contamination par le prion.

De nouvelles matières premières riches en protéines ?

L'interdiction des produits animaux en alimentation animale a provoqué des tensions sur le marché du tourteau de soja. On peut supposer que de nouvelles incitations à la production de matières premières riches en protéines vont être mises en place en Europe, mais aucune n'est aussi concentrée en protéines et en énergie que le tourteau de soja. En effet, le pois en particulier renferme deux fois moins de protéines que ce tourteau, et les tourteaux de colza et de tournesol sont également moins pourvus en protéines et en énergie. Ils peuvent de plus renfermer des substances antinutritionnelles.

En conclusion

Les aliments dits "100% végétaux" sont un peu plus chers que ceux produits avant l'interdiction des produits animaux mais aussi un peu moins efficaces. Ils généreront également plus de déjections pour une quantité identique de viande produite. Cependant leur interdiction ne remet pas en cause les élevages avicoles mais pose de nombreuses questions tant politiques que scientifiques et donc citoyennes. ■

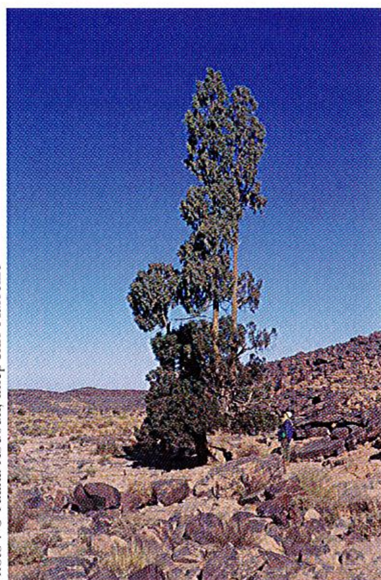
Michel Lessire,
Caractérisation et prédiction de la valeur des aliments chez les oiseaux, Recheches avicoles, Tours.

Travaux et Recherches

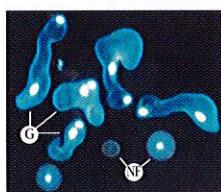
Des mères porteuses pour un cyprès menacé
un exemple unique dans le monde végétal

Chez les végétaux supérieurs, l'embryon contenu dans la graine résulte normalement de la fécondation d'un gamète (cellule reproductrice) femelle, contenu dans l'ovule, par un gamète mâle, produit par un grain de pollen.
Une équipe internationale de chercheurs a montré que le pollen du cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana* A. Camus) est capable de produire, seul, un embryon au sein des tissus nourriciers de la graine d'une autre espèce, *Cupressus sempervirens* L. (le cyprès de Provence), qui lui sert ainsi de "mère porteuse".
Ce mode de reproduction, qui n'avait jusqu'ici jamais été observé chez les plantes, est probablement une adaptation de cette espèce face à la menace de son extinction. Il ne reste plus aujourd'hui que 231 individus de l'espèce *Cupressus dupreziana* dans son aire d'origine, le désert du Tassili N'Ajjer, en Algérie. Ces travaux sont publiés dans la revue *Nature* [1] du 5 juillet 2001.

Des anomalies dans la reproduction de *Cupressus dupreziana* avaient déjà attiré l'attention des chercheurs d'Avignon (Inra et université). Diverses caractéristiques de ses graines suggéraient que l'embryon qu'elles contiennent n'était pas le résultat de la fécondation de gamètes mâle et femelle, mais était directement issu du développement d'un grain de pollen.
Pour vérifier cette hypothèse, les chercheurs ont examiné les individus issus de croisements contrôlés entre *Cupressus sempervirens* et *Cupressus dupreziana*, ces croisements peuvent se produire spontanément dans la nature. L'examen morphologique et génétique des plantes issues de ces croisements a montré que les descendants étaient rigoureusement identiques au parent mâle, *Cupressus dupreziana*, confirmant ainsi l'aptitude de son pollen à générer un embryon. Ce grain de pollen porte la totalité du nombre de chromosomes de l'espèce, au lieu de la moitié comme c'est normalement le cas.


Photo : © Fatiha Abdoun, imepCnrs Marseille

Cyprès *Cupressus dupreziana* dans le désert du Tassili N'Ajjer (Algérie).



◄ Un pollen diploïde
Les grains de pollen produits par le cyprès du Tassili possèdent, à maturité, un seul noyau et sont de taille assez variable. La plupart des grains sont plus gros que ceux des autres cyprès. Les tests de germination mettent en évidence un mélange de pollen non fonctionnel (NF) et de pollen en germination (G) présentant deux noyaux.

Chez certaines espèces végétales, on observe parfois également le développement d'un embryon à partir d'un seul parent qui est toujours la mère, phénomène que l'on qualifie d'"apomixie". Le mode de reproduction de *Cupressus dupreziana* représente le seul cas d'"apomixie paternelle" jamais observé chez les plantes.

Il s'agit probablement d'une adaptation génétique, sélectionnée au cours de l'évolution, en réponse aux contraintes démographiques qui pèsent sur l'espèce. En effet, dans son aire naturelle, les populations de *C. dupreziana* sont extrêmement réduites. Dans de telles populations, la reproduction sexuée habituelle entraîne une forte consanguinité et augmente ainsi le risque d'extinction. L'apomixie (ici paternelle), en permettant la reproduction sans fécondation, évite la consanguinité. Cette stratégie ne serait en fait qu'un sursis pour l'espèce, faute d'un brassage génétique seul garant de l'adaptation à long terme.
(D'après le communiqué de presse Inra du 4 juillet 2001).

*Christian Pichot**,
Recherches forestières méditerranéennes, Avignon
pichot@avignon.inra.fr

[1] Publication : "Surrogate mother for endangered Cupressus" by Christian Pichot (Inra, unité de Recherches Forestières Méditerranéennes, Avignon), Mohamed El Maataoui (Umr Inra/Uapv Écologie des Invertébrés, Dept de Biologie, Avignon), Sabrina Raddi (Distaf, Florence University), Paolo Raddi (Inst of Forest Tree Pathology, Cnr, Florence), *Nature*, 5 Juillet 2001.

Séquençage de Sinorhizobium meliloti,
la bactérie qui permet à la luzerne de pousser en utilisant l'azote de l'air

Une équipe internationale, associant le Cnrs [2], l'Inra [3] et des chercheurs canadiens, américains, allemands et belges a réalisé le séquençage et l'analyse du génome de la bactérie *Sinorhizobium meliloti* [4]. Les rhizobiums sont des bactéries du sol capables d'assimiler l'azote de l'air en association (symbiose [5]) avec les plantes de la famille des légumineuses, telles que la luzerne ou le soja, qui de ce fait ne nécessitent pas d'engrais azotés.
Or, l'azote est indispensable à la croissance des plantes et sa carence constitue l'un des principaux facteurs limitants de la production agricole. L'atmosphère terrestre est pourtant constituée à 80% d'azote mais la plupart des plantes sont incapables de l'assimiler.
La connaissance du génome de ce rhizobium modèle va permettre d'analyser plus efficacement les mécanismes de la symbiose entre les rhizobiums et les légumineuses. Elle pourrait, à terme, favoriser l'utilisation de l'azote atmosphérique dans le contexte d'une agriculture moins coûteuse et moins polluante.
La structure du génome de *S. meliloti* suggère en outre un scénario possible d'acquisition par la bactérie de ses propriétés symbiotiques au cours de l'évolution.

Le génome de la bactérie *Sinorhizobium meliloti* est constitué de trois parties distinctes. La partie principale correspond au chromosome d'une bacté-

Voir également les recherches sur **la maîtrise de la vigueur, de la productivité des vignes et sur la vinification du Domaine du Grand Parc à l'Inra Bordeaux** Aquitaine récompensées par un prix (page 30).

Pénétration de *Rhizobium meliloti* dans la racine de la légumineuse-hôte par formation d'un cordon d'infection à travers les poils absorbants. (5 jours après inoculation).

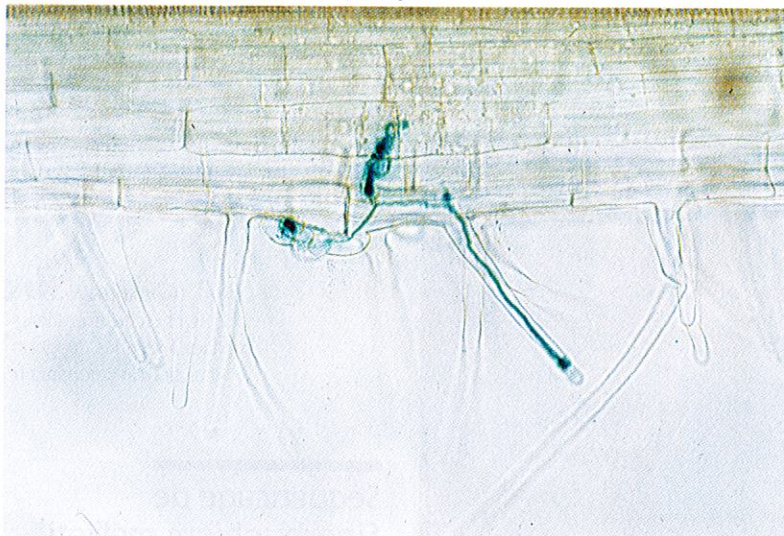


Photo : G. Truchet

rie non capable de fixer l'azote en symbiose avec une plante. Les deux autres parties auraient été acquises ultérieurement et de façon successive par la bactérie. La première lui a permis de vivre dans l'environnement immédiat des racines des plantes, la rhizosphère, milieu riche en molécules organiques excrétées par les racines et où la compétition entre les nombreuses bactéries présentes est forte. La deuxième l'a rendue capable d'induire la formation de nodules sur les racines d'une légumineuse et d'assimiler l'azote atmosphérique. L'acquisition de l'information génétique ayant permis ce rapprochement graduel des légumineuses et des bactéries s'est probablement faite par transfert horizontal, c'est-à-dire par échange entre des bactéries qui ne sont pas génétiquement proches.

Le séquençage complet de la bactérie *S. meliloti* (qui forme une association symbiotique notamment avec la luzerne) va permettre aux chercheurs d'analyser plus efficacement les mécanismes d'établissement de la symbiose et de son fonctionnement, en particulier l'intégration des métabolismes de la plante et de la bactérie au cours de la fixation de l'azote. D'autant plus que *S. meliloti* est également la bactérie symbiotique de la légumineuse modèle *Medicago truncatula*, qui fait, elle aussi, l'objet d'un effort de recherche international. Les chercheurs ont décrypté la séquence du génome de *S. meliloti* (6,7 millions de caractères) ; ils ont localisé les gènes sur cette séquence et prédit leur fonction probable, par comparaison des séquences avec les informations disponibles dans les banques de données. Dans un deuxième temps, ils vont pouvoir étudier quels sont les ensembles de gènes mobilisés durant les différentes étapes de la symbiose : reconnaissance de la plante par la bactérie, nodulation, infection, assimilation de l'azote atmosphérique. L'étude globale de l'expression des gènes (transcriptome) sera particulièrement instructive pour comprendre les mécanismes physiologiques à l'œuvre.

Les perspectives pour l'agriculture sont importantes. L'objectif de ces recherches est à terme de favoriser l'utilisation de l'azote atmosphérique dans le contexte d'une agriculture durable, tout en diminuant l'utilisation des engrais azotés (nitrates) qui sont coûteux et polluants lorsqu'ils sont en excès. L'intensification de la culture des légumineuses (luzerne, soja, pois, féverole...) qui présentent l'intérêt d'être cultivables sans engrais azotés et qui de surcroît sont riches en protéines de bonne qualité sanitaire, serait un premier pas dans cette direction. Le transfert d'une capacité de fixation symbiotique de l'azote, même modeste, aux céréales reste un objectif à long terme mais que les travaux actuels permettent d'entrevoir.

(D'après le communiqué de presse du 25 juillet 2001).

Francis Galibert,
Génétique et Développement, Rennes
Jacques Batut,
Biologie moléculaire des Relations plantes-microorganismes, Toulouse
http://sequence.toulouse.inra.fr/meliloti.html

[2] Génétique et développement (Cnrs - université de Rennes 1, Rennes)

[3] Biologie moléculaire des relations plantes-microorganismes (Cnrs - Inra,Toulouse). Voir également *Inra mensuel* n°51 juillet 1990.

[4] Ces résultats sont publiés dans la revue Science (F. Galibert et al., The Composite Genome of the Legume Symbiont *Sinorhizobium meliloti*, Science, 27.01.2001) du 27 juillet 2001.

[5] **La symbiose rhizobiums-légumineuses**

Les bactéries collectivement appelées rhizobium forment avec les plantes de la famille des légumineuses (luzerne, soja, pois, féverole pour ne citer que des exemples d'intérêt agricole) une association à bénéfices réciproques appelée symbiose. Les rhizobiums sont des bactéries du sol capables d'induire sur les racines des légumineuses la formation d'organes particuliers, les nodosités, au sein desquels ils sont capables d'assimiler l'azote de l'air ; ce qu'aucune plante n'est capable de faire directement. Dans cette association, la plante fournit une niche protectrice et de l'énergie aux bactéries qui, en échange, synthétisent de l'ammoniac, source d'azote assimilable pour leur hôte. Cette symbiose rhizobiums-légumineuses fournit chaque année, à l'échelle de la planète, une quantité d'azote équivalente à celle synthétisée par voie chimique dans l'industrie des engrais et joue donc un rôle écologique et économique considérable.

Signalons également un travail de l'UMR Ird-Inra-Cirad-Ensam.

Les légumineuses qui comptent plus de 18 000 espèces constituent la famille de plantes à graines la plus répandue sur la planète. L'une des raisons de cette importance : leur capacité à fixer l'azote nécessaire à leur croissance grâce à une symbiose avec les rhizobiums, bactéries qui induisent des nodules sur leurs tiges ou racines. Les rhizobiums isolés jusqu'à présent appartenaient tous au groupe des alpha-protéobactéries. Cependant, deux souches bactériennes formant des nodules racinaires sur des légumineuses provenant d'Afrique du Sud pour la première et de Guyane française pour la seconde, qui font partie d'un autre groupe, les béta-protéobactéries, viennent d'être identifiées. Cette importante découverte montre que la capacité de fixation de l'azote en symbiose avec les légumineuses est beaucoup plus répandue chez les bactéries qu'on ne le supposait jusqu'à présent. Ce résultat pourrait également ouvrir d'intéressantes perspectives sur le plan appliqué : les souches bactériennes appartiennent au genre *Burkholderia*, bactéries connues pour leur capacité à dégrader certains agents polluants. Les légumineuses formant une association avec des *Burkholderia* pourraient être utilisées pour revégétaliser des sols appauvris et réhabiliter des environnements contaminés. Extraits de la fiche Ird n°130, juin 2001 : **"La famille des bactéries symbiotiques fixatrices d'azote s'agrandit"**.
UR 040 "Symbioses tropicales et méditerranéennes" Baillarguet, BP 5035, 34398 Montpellier cedex 5. Tél. 04 67 59 38 02.
mél. Catherine.Boivin@mpl .ird.fr "Nodulation of legumes by members of the b-subclass of *proteobacteria*" par Lionel Moulin, Antonio Munive, Bernard Dreyfus & Catherine Boivin-Masson, paru dans *Nature* du 21 juin 2001.

Les textes qui suivent (actualisés et développés d'après le dossier de presse Inra du salon de l'agriculture 2001) illustrent des recherches de l'Inra en génomique. Nous y avons associé en encadré celui de la direction générale qui les accompagne.

Comment les plantes réagissent aux stress
étude globale de la réponse des gènes



Arabidopsis thaliana, d'après une photo de Ch. Maître retravaillée par P. Inzerillo.

Comment les plantes réagissent-elles et s'adaptent-elles à une carence en éléments minéraux nutritifs ? L'identification massive des protéines exprimées permet de mettre en évidence des ensembles de gènes dont l'expression varie en réponse à la carence.

À terme, ces travaux* devraient permettre de sélectionner des variétés plus tolérantes aux fluctuations de l'environnement, mieux adaptées à l'exploitation de régions défavorables ou de limiter l'apport d'engrais susceptibles d'affecter l'environnement.

Les plantes sont soumises à un milieu changeant auquel leur immobilité leur interdit d'échapper. De plus, la plupart du temps, l'environnement ne fournit pas des conditions optimales pour leur croissance. Le développement des plantes dépend donc de façon très étroite de leur capacité à s'adapter aux changements permanents des conditions environnementales qu'elles subissent. Les stratégies d'adaptation mises en œuvre, impliquent, au niveau moléculaire, le fonctionnement coordonné d'un grand nombre de gènes.

Les progrès récents dans la connaissance des génomes permettent d'**établir de véritables "photographies" instantanées de l'expression des gènes**, pour une espèce donnée, dans un environnement donné, et à un instant donné. Dans le cas d'une plante soumise aux fluctuations de son environnement, ces techniques offrent ainsi la possibilité d'identifier les ensembles de gènes qui participent à la réponse adaptative et d'en déduire les modifications physiologiques correspondantes. L'analyse de l'expression instantanée d'un génome peut se faire soit au niveau des gènes proprement dits, soit de leurs produits, les protéines, qui sont les véritables acteurs à l'œuvre dans les cellules. Dans ce dernier cas, on parle de protéome pour désigner l'ensemble des protéines exprimées dans une situation donnée.

L'analyse du protéome repose sur la combinaison de techniques biochimiques permettant la séparation des milliers de protéines qui sont présentes simultanément dans une cellule (comme l'électrophorèse bidimensionnelle des protéines), de techniques physiques qui en permettent "rapidement" l'identification individuelle (comme la spectrométrie de masse) et d'outils informatiques spécifiques pour exploiter l'information issue du séquençage des génomes.

Ces démarches expérimentales sont notamment engagées pour identifier les ensembles de gènes impliqués dans l'adaptation des plantes aux carences en éléments nutritifs majeurs.

Les travaux portent actuellement sur le **phosphore** et sont réalisés sur la plante modèle *Arabidopsis thaliana* dont le génome vient d'être complètement séquencé (décembre 2000). Ils mettent en évidence des classes de protéines dont l'expression est accrue ou réprimée lorsque les plantes sont soumises à une carence en phosphore. La réalisation d'une série de "photographies" instantanées de l'expression des protéines permet de reconstituer le "film" de cette réponse dans le temps. L'identification de l'ensemble des protéines impliquées apporte une vue globale des différentes réponses "élémentaires" mises en jeu, et de la façon dont elles sont coordonnées pour permettre à la plante de s'adapter à la situation de carence.

Michel Rossignol,
Biochimie et Physiologie moléculaires des Plantes Inra-Cnrs-Ensam-univ. Montpellier II.

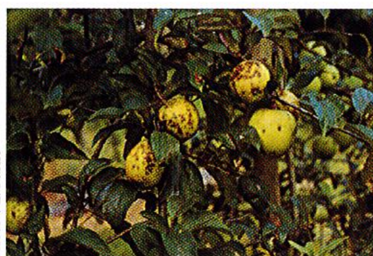
* Ces travaux sont menés dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique Génoplante

Sélectionner des pommiers résistants aux maladies fongiques pour diminuer l'impact des pesticides

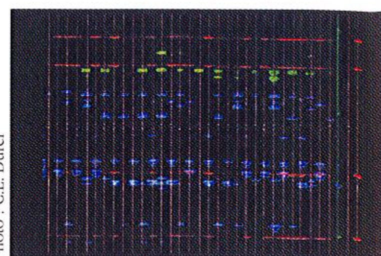
Le programme de création de nouvelles variétés de pommier a débuté à l'Inra dans les années 60. Il a permis entre autres de sélectionner la variété Chantecler Belchard aujourd'hui reconnue pour sa qualité gustative remarquable. Chantecler est le résultat d'une


Photo : INRA-Angers

Variété Reinette Clochard peu sensible à la tavelure.


Photo : L. Parisi

Symptômes de tavelure sur les fruits et les feuilles de Golden Delicious.


Photo : C.E. Durel

Marqueurs microsatellites de pommier révélés par fluorescence sur séquenceur ABI 377.

hybridation entre les variétés Golden Delicious et Reinette Clochard ; il s'agissait d'allier les caractères d'une variété productive et d'une variété de pays, la Reinette de Parthenay (ou Reinette Clochard). Les travaux actuels concernent, outre la qualité gustative, la résistance aux bio-agresseurs et l'architecture de l'arbre.


Symptômes de résistance sur feuille : chloroses localisées. Photo : INRA-Angers

Concernant la résistance aux bio-agresseurs, les unités d'Amélioration des Espèces fruitières et ornementales et de Pathologie végétale du centre Inra d'Angers mènent depuis de nombreuses années des programmes de recherche complémentaires sur la génétique de l'interaction entre le pommier et ses deux principaux parasites fongiques : *Venturia inaequalis* (agent responsable de la tavelure) et *Podosphaera leucotricha* (agent responsable de l'oïdium). L'objectif à terme est d'obtenir des variétés de pommier résistantes à ces deux maladies. Actuellement, la lutte chimique contre ces champignons peut conduire à effectuer une vingtaine de traitements fongiques par an. La création de nouvelles variétés résistant durablement à ces deux maladies permettra de diminuer le nombre de ces traitements en culture.

Dans ce cadre, l'Inra d'Angers coordonne un programme de recherche européen, DARE [1], lancé en 1998, et réunissant les chercheurs de huit pays et un groupement de pépiniéristes français. Ce programme est construit de manière à faire progresser les connaissances tant sur la génétique de l'hôte que sur la diversité des deux pathogènes. Les différents volets de ce programme concernent :

- l'évaluation du niveau de résistance d'une large gamme de variétés de pommier confrontées à diverses souches ou *inocula* des deux pathogènes et l'analyse fine des réactions de résistance
- la collecte d'un grand nombre de souches européennes des deux champignons, le test du pouvoir pathogène d'un échantillon de ces souches et la mise en place d'un réseau européen de vergers d'observation non traités
- l'analyse des bases génétiques de la résistance du pommier à ces deux maladies en intégrant la variabilité génétique des pathogènes
- le développement de la sélection assistée par marqueurs pour cumuler différents gènes de résistance
- l'appréciation sensorielle de nouvelles variétés résistantes par les consommateurs.

[1] DARE : Durable Apple Resistance in Europe.

Associer différentes sources de résistances aux maladies du pommier, un processus complexe

La résistance basée sur un seul gène (monogénique) est facile à introduire par croisement mais présente l'inconvénient d'être souvent contournée par des races virulentes des agents pathogènes. Ainsi, le gène *Vf* de résistance à la tavelure, largement présent dans les variétés récemment introduites, est actuellement mis en défaut par de nouvelles souches de *V. inaequalis*. D'où l'intérêt d'associer, dans une même variété, des résistances majeures (monogéniques) et des résistances partielles *a priori* basées sur plusieurs gènes (polygéniques). La combinaison de différentes résistances pourrait donner des résistances durables face à l'évolution potentielle des champignons tant en terme de nouvelles races qu'en terme d'augmentation de leur agressivité.

Sélectionner une variété de pommier cumulant plusieurs modes de résistance vis-à-vis de différents agents pathogènes est un processus complexe : il est ainsi difficile de repérer parmi les descendants d'un croisement les meilleures combinaisons de gènes, car les gènes de résistance majeure masquent généralement la présence de gènes de résistance partielle. De plus, l'évaluation de nombreuses descendances avec différentes souches de champignons est lourde à mettre en place au niveau expérimental. D'où l'intérêt des marqueurs moléculaires du génome, tels les microsatellites largement développés et cartographiés chez le pommier. Ces points de repère, répartis sur l'ensemble du génome permettent de vérifier, par un simple test sur l'ADN, la présence dans une plante de la combinaison de gènes que l'on cherche à sélectionner.

Des résultats de recherche

De nombreux résultats ont déjà été obtenus dans le cadre du projet DARE. En particulier, plusieurs variétés de pommier se sont révélées résistantes à toutes ou à la majorité des souches utilisées en test et peuvent donc être utilisées comme sources de résistance utiles dans des croisements. Le test du pouvoir pathogène de 39 souches européennes de *V. inaequalis* sur une gamme de 8 cultivars a montré la présence de souches virulentes vis-à-vis de *Vf* dans plusieurs pays européens. Mais, certaines de ces souches apparaissent avirulentes vis-à-vis d'un autre gène majeur *Vg* récemment identifié dans la variété Golden Delicious (considérée comme variété sensible). Enfin, des souches cumulant les virulences vis-à-vis de *Vf* et *Vg*, mais de faible agressivité, ont été mises en évidence. Des paramètres tels que la sévérité de la maladie ou la période de latence infectieuse présentent une importante variabilité. Le gène *Vg* est présent dans deux variétés du plan de croisement permettant l'analyse des bases génétiques de la résistance à la tavelure. Ce gène majeur a été locali-

La recherche publique a trois missions légitimes : production de connaissances, source d'expertise indépendante et contribution aux processus d'innovation pour lesquelles les contributions de la génomique sont essentielles, dès maintenant et dans le futur. La recherche publique doit donc être très active dans ce secteur.

En quoi la recherche publique en génomique est à la fois légitime et cruciale ?

Acquisition de connaissances et amélioration des techniques d'acquisition

La génomique est une source irremplaçable de connaissances. Elle est une base de la biologie moderne. Elle interroge et renouvelle les autres disciplines en utilisant leurs acquis : biologie cellulaire, physiologie végétale et animale, santé des plantes et des animaux...

La génomique répond aux objectifs de l'Inra. En effet, préserver les ressources génétiques, optimiser les pratiques culturales, concevoir des produits nouveaux, protéger l'environnement, améliorer les espèces, supposent une compréhension approfondie du vivant que les travaux sur la génomique vont nous aider à obtenir.

Il ne s'agit cependant pas de jouer aux apprentis sorciers ou de se contenter d'un niveau de sécurité donné. Des études sont en cours pour améliorer les techniques d'insertion, des marqueurs permettent de mieux repérer les gènes étudiés. La maîtrise des techniques de génomique s'accroît régulièrement et doit encore être poursuivie pour en faire une science conduisant à des innovations compatibles avec un développement durable.

Recherche, expertise publique et précaution

Au delà de la connaissance pour elle-même la recherche publique doit maîtriser de façon correcte toutes les étapes du processus d'innovation. En biologie, il faut à la fois savoir et savoir-faire. Les savoir-faire dans l'innovation variétale ou dans les méthodes de transgenèse sont nécessaires pour fournir une expertise de qualité, définir des critères maximaux d'exigence, notamment dans l'évaluation du risque, indépendante et respectueuse des approches européennes.

La science n'est jamais certaine. Il subsiste toujours un doute. Les connaissances sont datées et se construisent sur des controverses. Il faut explorer ces doutes et ces controverses.

La recherche a un rôle crucial dans la réflexion sur les risques potentiels. Elle innove dans l'identification des dangers (processus de développement d'échelle et de mise en œuvre) ou dans l'évaluation quantitative des risques (analyse des flux de gènes, programme sur le passage de la barrière intestinale)...

La recherche investit aussi dans les méthodes d'évaluation (détection d'Ogm, marqueurs pour améliorer la traçabilité). La recherche publique est une pierre angulaire des contrôles : ceux-ci n'existeraient pas sans notre apport méthodologique.

Ces analyses et approches d'expertise publique permettent l'application du principe de précaution.

La mission de la recherche publique dans la diffusion des savoirs, en appui à l'innovation

La recherche publique a choisi de publier les acquis en matière de séquences de gènes. La recherche publique doit permettre à tous d'utiliser les nouvelles connaissances même aux moins armés pour mener à bien les phases délicates du développement : •les Pme • les Pvd • les différents modes de production. Ainsi nous nous sommes engagés pour le développement de méthodes de lutte intégrée, pour des référentiels d'agriculture biologique, ou d'agriculture durable.

La recherche publique finalisée n'a pas les moyens nécessaires pour assurer tout le processus d'innovation, mais elle assure la diffusion des connaissances scientifiques.

La recherche publique finalisée est source de variétés et évite une concentration trop intense des moyens et des connaissances dans un nombre restreint de firmes privées ou de pays puissants.

Elle doit permettre le développement de plusieurs objectifs, autres que seulement rentables : valorisation des ressources génétiques dans un but de développement local adapté ou pour une meilleure protection de l'environnement.

L'innovation n'est pas seulement une question de connaissance nouvelle. Elle est aussi une question de partenaires. L'Inra poursuivra sa politique de diversification en cette matière et explicitera comme nous venons de le faire dans la deuxième phase de Génoplante* ses modalités de relations contractuelles.

* Voir "Inra mensuel" n°s 99 (1998) p.17 et 110 (2001) p.20.

Quels peuvent être les liens entre science et société

Après avoir insisté sur l'importance de la génomique, j'aimerais insister sur une question qui est selon moi primordiale aussi bien pour l'Inra du futur que pour la société du futur : les liens entre science et société.

Certains constats peuvent être dressés de façon intuitive

Le premier constat est celui de la remise en cause et du questionnement, à la fois de toutes les formes de délégation (pouvoir, décision, responsabilité) et de représentations (républicaines, ou administratives). Les institutions de recherche sont parfois critiquées dans leur rôle de délégué pour la prospective et la production de connaissances.

Le second constat est le rejet des vérités révélées et des évidences. Les scientifiques et la science sont quelquefois perçus comme des donneurs de leçons.

Le troisième constat est l'apparition d'un nouveau rapport à la nature, ressentie comme moins modelable et moins modelée par l'homme.

L'Inra par ses secteurs d'activité, agriculture, alimentation, environnement est souvent au centre de problématiques sensibles. Ses objets de recherche deviennent même des questions de société : modes de production agricole, gestion de l'environnement, application de la génomique, relations entre l'homme et son alimentation.

L'ouverture déjà entreprise par l'Inra

L'Inra s'efforce depuis plusieurs années de renforcer les liens avec la société et ses attentes.

Il s'est doté d'un comité d'éthique et de précaution qui travaille déjà sur le bien-être animal, sur l'expérimentation, sur la brevetabilité des inventions biotechnologiques.

Les chercheurs participent à de nombreux débats. Les derniers en date sont les débats Ogm organisés par les associations de consommateur ou les états généraux de l'alimentation. Des documents d'information faisant le point soit de l'état des connaissances les plus couramment admises, soit des controverses scientifiques ont été publiés par exemple sur les Ogm ou les ressources génétiques.

Par ailleurs l'Inra s'efforce de faire s'exprimer toutes les catégories de personnel, en organisant des débats en son sein. Des lieux de bouillonnement culturel existent, comme la mission environnement & société.

Il faut cependant aller plus loin.

On nous dit que nous ne nous adressons qu'aux experts. Sortons de la sphère technique, prenons en compte les remarques et critiques des non experts, souvent empreintes de bon sens et d'intuition.

On nous reproche d'être donneurs de leçons : explicitons nos hypothèses et montrons nos incertitudes.

On nous dénonce parfois comme apprenti sorcier et liés au secteur privé ; soyons encore plus transparents, montrons nos apports significatifs à la maîtrise et au contrôle de l'innovation, présentons sans complexe la diversité de nos partenariats.

Tout ceci demande du temps, demande d'engager une ouverture réciproque et constructive, mais aussi d'aller au delà de l'explication, de la pédagogie ou de la prise de position. De nouvelles formes de dialogue doivent être inventées. C'est notre objectif pour les années à venir : expertise collective (synthèse critique des connaissances), développement de la communication, échange avec des partenaires diversifiés.

En conclusion, la génomique est un sujet qui nous tient à cœur. De même le lien avec la société, que l'Inra a toujours su cultiver, entre dans une nouvelle période et il est présent à la fois dans le cœur des chercheurs et dans la politique de l'institut. Nous souhaitons à la fois assumer nos responsabilités et être les promoteurs de ce dialogue.

D'après le site "Pourquoi la génomique ?" : http://www.inra.fr/Internet/projets/genomique/

Voir également *Inra en bref* "L'Inra et les essais Ogm" n°159 du 25.09.2001.

Errata

Dans *Inra mensuel* n°110 mai-juillet 2001
• rubrique "Courrier" p. 38-39 : le texte **"Les moutons Inra 401 et la sensibilité à la tremblante"** comporte une erreur dans les trois derniers numéros de bibliographie : ... l'allèle VRQ [10] devient **[9]** ; ... travail irlandais [11] devient **[10]** : ... à une échelle très supérieure [12] devient **[11]**
• rubrique "Travailler à l'Inra" : "La transversalité à l'Inra" p. 29-30 : tableau 2 : aux projets prioritaires retenus, il faut ajouter celui de **"Biologie de l'ingestion. Afférents vagaux"** ; **animateur** : ***Charles-Henri Malbert*** (http://www.inra.fr/Intranet/Directions/DIC/Dossiers/actuintra.html)
• rubrique "Travaux & Recherches" : l'un des auteurs du texte "Une bouffée d'oxygène pour une bactérie du fromage" est **Bénédicte Cesselin** et non Sesslin.

sé précisément sur une carte génétique, ainsi que plusieurs autres gènes ou groupes de gènes qui confèrent une résistance partielle à une ou plusieurs souches de *V. inaequalis*. Ces gènes sont spécifiques de souches particulières et aucun ne se révèle suffisant pour conférer une résistance générale à l'ensemble des races connues du champignon ; cette spécificité vis-à-vis des souches va générer une difficulté supplémentaire pour la sélection assistée par marqueurs visant à cumuler des facteurs de résistance conférant une résistance à spectre large. Par contre une région du génome impliquée dans la variation de résistance partielle à la tavelure et à l'oïdium a été identifiée, ce qui n'est pas sans intérêt pratique et scientifique en ce qui concerne le fonctionnement comparé de la résistance à ces deux maladies.

Ce projet prendra fin en avril 2002 mais les travaux engagés permettront d'obtenir des résultats bien au-delà de ce terme, en particulier en ce qui concerne la variabilité du pouvoir pathogène des deux champignons et la fonction possible de certains gènes de résistance par stratégie "gènes-candidats". La collaboration entre nos deux unités va se poursuivre au niveau de l'évaluation de la résistance de nouveaux géniteurs, l'analyse de l'architecture génétique de ces résistances, le suivi des gènes impliqués dans les pedigrees, l'étude des phénomènes de contournement et l'apparition de nouvelles virulences chez les deux champignons. L'ensemble de ces informations vont permettre de mieux raisonner la construction de génotypes de pommier portant une résistance stable à la tavelure et à l'oïdium.

Yves Lespinasse, Charles-Éric Durel, François Laurens, Michel Chevalier, Claire Pinet,
Amélioration des Espèces fruitières et ornementales, Angers.
Luciana Parisi, Valérie Caffier,
Unité mixte de Pathologie végétale, Angers.

Photo du haut : plantation de peupliers transgéniques modifiés pour le métabolisme des lignines. Cette plantation a été installée en 1995 dans la pépinière de l'Inra d'Orléans.
Photo du bas : récolte de peupliers à lignines modifiées pour analyses biochimiques et moléculaires et évaluation des propriétés papetières.



Comprendre l'élaboration du bois pour produire du papier en respectant l'environnement

Le peuplier est une espèce utilisée pour la production de pâte à papier. Fabriquer du papier consiste essentiellement à éliminer la lignine, substance présente dans le bois qui entraîne un jaunissement du papier. Les traitements utilisés, chimiques et thermiques, peuvent être coûteux et polluants. Les chercheurs de l'Inra, en association avec des chercheurs d'autres laboratoires dans le cadre de projets européens, ont mis au point des peupliers génétiquement modifiés produisant moins de lignine. Ce résultat est le produit de nombreuses années de recherches fondamentales sur les mécanismes de formation du bois dans la plante. Au cours de cette période, les méthodes de la biologie ont connu une véritable révolution, depuis les approches désormais classiques de la biochimie jusqu'aux moyens les plus modernes de la génomique.

De la biochimie au génie génétique

Grâce aux moyens du génie génétique, les chercheurs ont inactivé des gènes impliqués dans la synthèse de la lignine chez le peuplier, pour mieux



Photos : G. Pilate

en comprendre les fonctions. Ces gènes avaient été identifiés à partir des années 1980, grâce à la purification des enzymes dont ils gouvernent la synthèse. Ainsi, l'enzyme Cad (alcool cinnamylique deshydrogénase) est impliquée dans la production des constituants élémentaires de la lignine. L'inactivation du gène de l'enzyme Cad entraîne une diminution de la teneur du bois en lignine, mais aussi, de façon plus surprenante, un changement de structure. Les lignines produites sont composées de chaînes plus courtes et s'éliminent plus facilement dans le processus de fabrication du papier. On conçoit donc l'intérêt de peupliers sous-exprimant la Cad pour cette production.

Le test grandeur nature

Encore fallait-il s'assurer que ces résultats, obtenus sur des peupliers de six mois cultivés sous serre, se vérifiaient sur des arbres produits en conditions de sylviculture classique. Des peupliers transgéniques sous-exprimant diverses enzymes, dont la Cad, sont cultivés en champ expérimental (avec l'autorisation préalable de la Commission du Génie Biomoléculaire). Après quatre ans de culture, les chercheurs ont pu vérifier que, au moins pour une lignée transformée, la croissance était normale, que la sous-expression des enzymes était durable dans le temps, et que les peupliers sous-exprimant l'enzyme Cad donnaient une pâte à papier plus facile à traiter que les peupliers non transformés.

La biosécurité avant tout

Les expérimentations menées en champ expérimental sont effectuées en respectant des conditions très strictes afin d'éliminer tout risque pour l'environnement, notamment les éventuels impacts sur les peuplements naturels.

D'Arabidopsis au peuplier : compréhension grâce à la génomique

La méthode d'inactivation des gènes a montré que la voie de biosynthèse des lignines était plus complexe que ne le laissaient prévoir les approches biochimiques. Les chercheurs travaillent aujourd'hui à l'identification d'autres gènes, en utilisant cette fois les méthodes les plus modernes de la génomique : ils ont en effet observé qu'*Arabidopsis*, la plante modèle de la biologie végétale, produisait le même type de lignine que le peuplier. Ce détour par *Arabidopsis* permettra d'identifier beaucoup plus facilement les gènes correspondants chez le peuplier.

Lise Jouanin,
Biologie cellulaire, Versailles-Grignon
Catherine Lapierre,
Chimie biologique, Versailles-Grignon
Daniel Cornu, Gilles Pilate et Jean-Charles Leplé,
Amélioration génétique et Physiologie forestières, Orléans.

La résistance du melon au puceron Aphis gossypii

Les pucerons sont des ravageurs très fréquents de nombreuses espèces végétales cultivées et spontanées. Ils provoquent des symptômes d'enroulement des feuilles et diminuent la croissance des plantes ; celles-ci peuvent en mourir en cas d'attaque sur des plantules. De la fumagine (champignon) se développe sur le miellat excrété par les pucerons ; ce qui peut perturber la photosynthèse et altérer la qualité des récoltes.

Par ailleurs, les pucerons sont de redoutables vecteurs de virus.

Afin de limiter ces dégâts, plusieurs stratégies sont possibles :

- la lutte chimique avec différents produits phytosanitaires dont on connaît les limites et les risques
- la lutte biologique en utilisant en particulier d'autres insectes prédateurs ou parasites des pucerons, surtout en cultures sous abris
- enfin la lutte génétique grâce à la sélection de variétés de plantes résistantes.

Rechercher des variétés de melons résistantes aux pucerons

Aphis gossypii, le puceron du cotonnier, est pratiquement la seule espèce capable de coloniser le melon. Il lui transmet de nombreux virus appartenant à différentes familles. Dans une optique de lutte génétique contre les virus, il est courant de rechercher, dans les ressources génétiques, des variétés de plantes résistantes aux virus. On peut également imaginer trouver des variétés qui seraient résistantes à la transmission de ces virus par le vecteur, ici un puceron [1].

À la fin des années 1970, un chercheur israélien, Shlomo Cohen, est venu en année sabbatique à la station de Pathologie végétale de l'Inra à Avignon-Montfavet pour explorer avec nous cette idée.

Très rapidement il est apparu que quelques variétés de melon présentaient un comportement intéressant. En particulier, la lignée "PI 161375", originaire de Corée, ne pouvait pas être infectée par des souches virulentes de virus de la mosaïque du concombre lorsque le puceron *A. gossypii* en était le vecteur. Cependant on pouvait l'infecter par inoculation mé-

[1] Il y a deux étapes importantes dans les interactions plantes-pucerons-virus : l'acquisition du virus par le puceron à partir d'une plante virosée, et l'inoculation ou transmission proprement dite au cours de laquelle le puceron virulifère va "injecter" le virus à une plante saine.

Puceron *Aphis gossypii* sur feuilles de melon.


Photo : M. Pitrat

"... Le melon cultivé varie dans sa forme, sa grosseur, sa couleur et la broderie de ses côtes plus ou moins saillantes...".
Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle et des phénomènes de la nature... rédigé par une société de naturalistes sous la direction de M.F.E. Guérin, Paris, Au Bureau de Souscription, 1837, tome cinquième.



canique, montrant que cette lignée de melon n'était pas résistante à ces souches de virus elles-mêmes.
Nous avons ensuite observé que cette résistance à la transmission s'exprime aussi avec des virus appartenant à d'autres familles. En revanche, la résistance à la transmission du virus est spécifique de cette espèce de puceron et ne fonctionne pas avec d'autres comme *Myzus persicae* ou *Aphis fabae*.
Enfin il n'y a pas de résistance à l'acquisition du virus, *A. gossypii* étant capable d'acquérir le virus en piquant un melon de la lignée de Corée, inoculé mécaniquement, et de le transmettre à une variété sensible de melon.
Au début des années 1970, des entomologistes américains en Californie avaient travaillé sur la résistance du melon à la colonisation par le puceron *A. gossypii*. Ils avaient montré qu'une lignée originaire de l'Inde, "PI 414723", possédait une bonne résistance qui empêchait en particulier l'enroulement des feuilles. Mais ils n'avaient pas alors étudié la transmission des virus par le puceron.
Rapidement les résultats des deux équipes allaient converger montrant que les deux phénomènes étaient liés : quelques lignées de melon originaires d'Extrême-Orient ou d'Inde présentent ce phénotype de résistance à la colonisation et de résistance à la transmission des virus. Les généticiens montraient qu'un seul gène dominant, nommé *Ag* (pour *A. gossypii*) par les Américains et *Vat* (pour *Virus aphid transmission resistance*) par nous, était responsable de ce double phénotype.
Des résistances à différentes espèces de pucerons ont été décrites chez de nombreuses plantes : pommier, laitue, blé... Cependant cette liaison entre la résistance à la colonisation et la résistance à la transmission de virus est extrêmement rare.

Il peut y avoir résistance aux pucerons mais pas aux virus

Au champ, la résistance à la colonisation du melon par *A. gossypii* a un effet très net et permet dans la majorité des cas de ne plus faire de traitement aphicide sur une culture ; en revanche la résistance à la transmission des virus retarde de quelques jours seulement en moyenne le développement des épidémies de virus mais ne les supprime pas. En effet d'autres pucerons comme *M. persicae* peuvent continuer à transmettre ces virus. Il faut donc cumuler cette résistance au puceron à des résistances aux virus eux-mêmes.
Au point de vue pratique, un programme de sélection, conduit à l'Inra, aboutissait à une première variété de melon de type charentais, qui n'a eu aucun succès commercial. Mais les sélectionneurs privés emboîtaient rapidement le pas en l'utilisant comme "géniteur amélioré" et on estime qu'actuellement 70 à 80 % des melons cultivés sous abris possèdent le gène *Vat*. La proportion est un peu plus faible pour les variétés cultivées en plein champ. Ceci réduit de manière significative les quantités d'aphicides employées dans les cultures de melon.

Comment le gène de résistance agit-il ?

Des études conduites en particulier par l'équipe d'entomologie de l'Inra à Lyon ont montré que des pucerons *A. gossypii* déposés sur une plante résis-

tante avaient plus de mal à y trouver le phloème [2] pour s'alimenter que sur une plante sensible. La résistance n'est pas un phénomène induit car le comportement des pucerons sur une plante résistante est le même lors d'un second dépôt de pucerons qu'au premier.
Cette résistance n'est pas transmissible par greffage.
Aucune protéine n'a pu être détectée pour le moment comme responsable de la résistance.
Un programme d'isolement et de caractérisation du gène *Vat* a été entrepris à l'Inra (Avignon-Montfavet et Évry) et est soutenu par Génoplante. Il y a en effet un très fort déficit de connaissances sur les mécanismes de résistances des plantes aux insectes par rapport aux résistances aux virus, bactéries ou champignons. L'isolement du gène permettrait d'étudier sa fonction et d'ouvrir de nouvelles perspectives dans ce domaine.

Isoler le gène

Pour isoler le gène, une méthode de clonage positionnel peut être utilisée. Cette méthode consiste à se rapprocher d'un gène en recherchant des marqueurs encadrant le gène et de plus en plus proches sur le chromosome. La distance entre le gène étudié et les marqueurs peut être estimée de deux manières : une distance génétique calculée par la fréquence de recombinaison génétique (l'unité est le centiMorgan = cM) ou bien une distance physique qui est le nombre de paire de bases constituant l'ADN. Des banques de grands fragments d'ADN génomique sont constituées et les clones portant les marqueurs qui encadrent le gène d'intérêt sont potentiellement porteurs du gène. Le fragment d'ADN isolé sera ensuite utilisé pour faire de la complémentation fonctionnelle qui est la démonstration ultime que ce gène candidat code bien pour la fonction : introduit par transgénèse dans une variété de melon sensible, celle-ci deviendrait résistante au puceron.

Il restera alors à faire l'étude du mécanisme moléculaire de la résistance. Ceci permettra également de voir si les deux caractéristiques (résistance à la colonisation et résistance à la transmission des virus) sont toujours liées. En effet on sait, à partir de travaux sur d'autres espèces, qu'à la suite du clonage de gènes de résistance, des caractères qui paraissaient liés ont pu être séparés : par exemple la résistance de la tomate à la bactérie *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* et la nécrose consécutive au traitement par un insecticide, le Fenthion. Au contraire, toujours chez la tomate, la résistance au nématode *Meloidogyne incognita* et la résistance au puceron *Macrosiphum euphorbiae* sont conférées par le même gène.
Environ une vingtaine d'années après la découverte du caractère de résistance du melon à *A. gossypii*, nous allons pouvoir mieux comprendre son fonctionnement.

Michel Pitrat, Catherine Dogimont, Lynda Hagen, Émilie Burget
Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes, Montfavet
Hervé Lecoq,
Pathologie végétale, Montfavet
Abdelhafid Bendahmane, Émilie Burget
Génomique végétale, Évry

Communiqué de presse

Étudier les maladies à prion sur des cellules en culture : de premiers résultats prometteurs

Des chercheurs [3] de l'Inra, de l'École nationale vétérinaire de Toulouse et du Cnrs (UPR1142, Montpellier) ont mis au point une lignée de cellules exprimant la protéine prion ovine et permettant d'étudier l'agent de la tremblante du mouton sans recourir à des animaux de laboratoire. Ce nouvel outil vient s'ajouter aux souris transgéniques surexprimant la protéine prion ovine obtenues à l'Inra [4], qui permettent de raccourcir le temps d'incubation de la maladie chez la souris jusqu'à 2 mois après l'inoculation, contre au minimum 12 mois pour des souris conventionnelles. L'ensemble devrait faciliter l'étude des maladies à prions et permettre notamment de mieux comprendre le rôle des facteurs génétiques dans la transmission de la maladie.
(D'après le communiqué de presse du 28 juin 2001). http://www.inra.fr/actualites/

Thèmes de Presse info

que nous n'avons pas abordés récemment dans *Inra mensuel*

juin-juillet 2001
• Fruits et légumes : Comment la grande distribution répercute les variations de prix aux consommateurs ? avec *Daniel Hassan Michel Simioni*, Toulouse
• La qualité de la bière se prépare dans les champs, avec *Marianne Le Bail*, Versailles-Grignon

août 2001
• L'embolie gazeuse, un accident vasculaire végétal, avec *Pierre Cruiziat*, Clermont-Ferrand
• Lubéron : le retour des moutons, avec *Élisabeth Lécrivain, Jacques Lasseur*, Avignon
• Impact de la lutte anti-moustiques sur l'environnement : une étude-pilote dans le Morbihan, avec *Laurent Lagadie*, Rennes
• Le tourisme rural, chance pour le développement local ou risque identitaire ? avec *Luc Bossuet*, Toulouse.
http://www.inra.fr/actualites/ ■

[2] Tissu conducteur conduisant la sève élaborée au cours de la photosynthèse.

[3] Unité de Virologie et immunologie moléculaires (Vim), Inra, département de santé animale, Jouy-en-Josas ;
Unité mixte de recherche Inra-École Nationale Vétérinaire de Toulouse de Physiologie infectieuse et parasitaire des ruminants,
Santé animale, Toulouse ; Unité de Génétique biochimique et cytogénétique (LGBC), Inra, Génétique animale, centre de recherches de Jouy-en-Josas ; Institut de génétique humaine, Cnrs, Montpellier.
Publication : *Vilette D, Madeleine MF, Andreoletti O, Vilotte JL, Lehmann S, Laude H. 2001. Ex vivo propagation of infectious sheep scrapie agent in heterologous cells expressing ovine PrP prion protein.* ***Proc. Natl Acad. Sci.*** *98, 4055-9.*

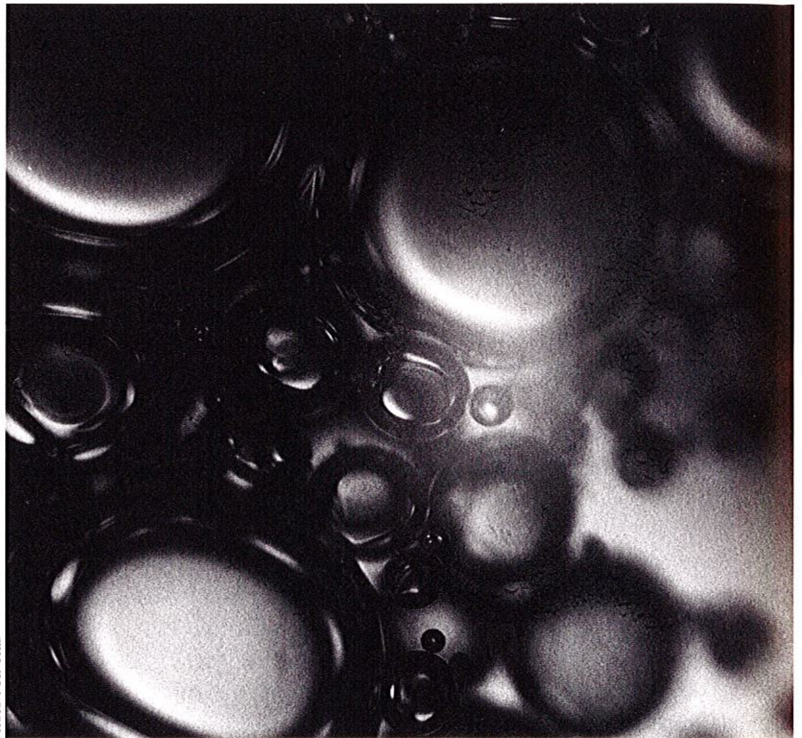
[4] Virologie et immunologie moléculaires (Vim), Santé animale, Jouy-en-Josas ; Génétique biochimique et cytogénétique (Lgbc), Génétique animale, Jouy-en-Josas.
Publication : *Vilotte J.L et al. 2001. Ovine PrP transgenic expression confers mice markedly increased susceptibility to natural sheep scrapie.* ***J. Virol*** *75, 5977-84.*

Animer, Diffuser, Promouvoir

Jeunes

Développer le goût des enfants
un appel à idées

À la fin de l'année 2000, Jack Lang, ministre de l'Éducation nationale créait une "Mission artistique", chargée notamment de développer la notion de goût dans les écoles, collèges et lycées. La consultation a été rapide et large : il fallait, dès la rentrée de septembre 2001, proposer cette nouvelle activité.
Le rectorat de l'Académie de Paris a pris alors l'initiative de monter un projet (parmi d'autres) nommé "Ateliers expérimentaux du goût", afin de proposer aux enfants des écoles primaires des expérimentations qui montrent la technique, la technologie et la science des denrées et des plats "patrimoniaux" : pain, vinaigre, fromage, beurre... Ces ateliers* invitent à des expérimentations simples pour comprendre ce que nous mangeons : un "concours de blanc en neige**" invite les classes à obtenir un volume maximal de blanc en neige à partir d'un seul œuf ; ce "concours" est surtout l'occasion de leur faire découvrir pourquoi le blanc en neige est blanc, et pourquoi il est ferme quand il est bien battu ; ce qui fait appel à la notion de molécules, de protéines... ; un protocole expérimental, qui fait séparer le gluten de l'amidon, montre pourquoi la farine de blé convient si bien à la confection du pain ; une "manip" simple montre aux enfants comment on fait la crème, puis le beurre, diverses sortes de fromage...
De tels protocoles sont-ils déjà utilisés par des professeurs d'école ? Des années de "leçons de choses" n'ont sans doute pas manqué de conduire des professeurs, passionnés par leur métier, à inventer des expériences qu'il serait utile de partager avec les enfants.
Et les chercheurs de l'Inra ont sans doute bien des propositions à faire, tirées de leur travail sur l'aliment.


Photo : H. This

Quand on bat des blancs d'œufs, composés pour moitié d'eau et de protéines, on crée des bulles d'air tapissées par des protéines partiellement dénaturées. Plus on bat, plus la taille des bulles d'air diminue, en se régularisant. Ici en début de battage pris au microscope optique.

C'est donc un appel à contribution que je fais ici : si vous avez mis au point un protocole expérimental, adapté à une mise en œuvre collective, dans l'enseignement, ou si vous pensez que certaines expérimentations techniques, technologiques ou scientifiques, peuvent être facilement partagées, faites-le moi savoir, afin que, rapidement, celles-ci puissent être évaluées et proposées aux professeurs des écoles, collèges, lycées, établissements professionnels... Merci pour les enfants qui disposeront de ce savoir !

Hervé This,
Attaché à la direction scientifique NHSA
Gastronomie moléculaire Inra.
Chimie des interactions moléculaires,
Collège de France.
Membre du Comité scientifique
du rectorat de l'Académie de Paris.

* Dans un esprit proche de celui de l'association "La Main à la pâte" destinée à redonner une place à l'enseignement des sciences à l'école maternelle et élémentaire ; et avec le soutien de Georges Charpak, prix Nobel de physique en 1992.

** La première "fiche", consacrée au "blanc d'œuf", explique ce qu'est une mousse (réponse : des bulles d'air dans un liquide), pourquoi le blanc en neige est blanc et ferme (réponse : parce que les bulles devenues invisibles à l'œil nu réfléchissent la lumière blanche), et introduit des notions de liquide, gaz, molécules, protéines. Ingrédients : pour une classe de 30 enfants, il faut 18 œufs, 15 saladiers, 15 fouets à main, de l'eau, un grand saladier et une poubelle étanche. Recette : demander aux enfants de fouetter un peu afin d'obtenir quelques bulles, comparer avec de l'eau qu'on fouetterait, poursuivre le battage, observer les mousses obtenues, ajouter une cuillère d'eau et battre. Chercher quel volume maximal de mousse on peut atteindre.

Colloques
organisés par l'Inra ou auxquels participent des intervenants Inra

Il nous paraît intéressant de vous informer des thèmes de certains colloques même s'ils ont déjà eu lieu en indiquant les contacts (voir en marge). Il s'agit ici des colloques dont l'annonce nous a été demandée. Vous pouvez également consulter www.inra.fr/Internet/Projets/ colloque/annees.html

LES CHIMISTES PRÉOCCUPÉS D'ALIMENTS ET DE GOÛT VOUDRONT-ILS SE RÉUNIR ? En septembre 2001, "Eurochem Food 2001" a réuni les chimistes qui étudient l'aliment sans que la France soit représentée dans son comité d'organisation. Est-ce normal, alors que notre pays se dit être la plus grande nation alimentaire, sinon en quantité, du moins en qualité ? Et pourquoi cette absence, alors que les chimistes français de talent ne manquent pas dans ce domaine de l'aliment ?
Trois raisons au moins.
Tout d'abord, de nombreux "chimistes spécialistes de l'aliment" ne se sentent pas chimistes : certains biochimistes, qui ne font pas de synthèses, forment une communauté un peu à part, avec leurs propres sociétés savantes : d'électrophorèse, des céréales... Ou bien les physico-chimistes.

D'autre part, beaucoup de chimistes intéressés par l'aliment qui travaillent à l'Inra doivent se sentir assez représentés par l'institut. Ils omettent un point important : l'Inra n'est pas composé seulement de chimistes. Troisièmement, la Société française de chimie, l'institution qui dialogue avec les autres institutions savantes organisatrices de ces colloques, n'a pas de division "food chemistry" contrairement aux sociétés allemande, anglaise... et américaine. Paradoxe : dans le pays gastronomique par excellence, les institutions scientifiques ne font pas de place à la gastronomie !

Pendant un temps, la division de chimie analytique de la Société française de chimie a voulu animer ce secteur important, mais nombre de chimistes qui s'intéressent à l'aliment ne sont pas des spécialistes de l'analyse... mais de l'aliment ! À vrai dire, la "food chemistry" est un étrange mélange de physico-chimie, de chimie physique, de chimie inorganique, organique, analytique... De sorte que les découpages actuels de la Société française de chimie nuisent à la constitution d'un groupe de collègues influents dans les discussions internationales.

Il est temps de changer les choses. Déjà des discussions ont lieu, au sein de la Société française de chimie, pour que naisse une division spécialement consacrée à l'aliment... ou plutôt aux aliments et au goût. Jean-Marie Lehn, prix Nobel de chimie, insiste pour que les chimistes français n'adoptent pas une vision de l'alimentation qui dévalorise l'objet de leurs études : car nous ne mangeons pas de lipides, de protéines ou de glucides ; nous savourons cassoulets, pot-au-feu, daubes, choucroutes, galettes de blé noir, homard thermidor, que sais-je ? Rejetons absolument le "let's have food" de ceux pour qui l'alimentation n'est que la satisfaction de besoins énergétiques ; revendiquons une chimie qui aille jusqu'à la compréhension des mécanismes qui font les plats réels, ceux qui sont vraiment servis et que nous apprécions, en raison d'une culture gastronomique que nous pouvons dignement revendiquer.

Donc, pas de division "food chemistry", mais plutôt une division "chimie des aliments et du goût", qui, forte de la contribution de chacun, saura offrir au monde chimique international une contribution de la communauté française de chimistes compétents et préoccupés de qualité des aliments d'hier et de demain.

Hervé This,
Attaché à la direction scientifique NHSA.
Gastronomie moléculaire Inra.
Chimie des interactions moléculaires,
Collège de France.

UN SÉMINAIRE QUI RÉUNIT CUISINIERS ET SCIENTIFIQUES. Vous grillez des steaks et vous devez les saler : mettez-vous le sel avant de cuire ? après ? pendant la cuisson ? Chaque mois [1] des personnes qui veulent perfectionner la technique culinaire et contribuer ainsi à l'avancement des Arts culinaires se réunissent à l'École supérieure de cuisine française, à Paris, pour examiner des questions collectivement choisies. Le cadre est celui du "Séminaire Inra/Collège de France de gastronomie moléculaire", la participation est libre (sur inscription)... mais elle n'a de sens que si les participants au séminaire travaillent : tout tient, en effet, dans l'organisation originale du séminaire et dans ses objectifs.

Chaque séminaire examine un point précis de technique culinaire : le sel sur la viande grillée, l'odeur de chou-fleur qui serait supprimée, dit-on, par l'ajout d'un quignon de pain dans l'eau de cuisson, le noircissement des artichauts à la cuisson, la tenue des blancs battus en neige, le meilleur moment d'incorporation du sucre dans des blancs battus en neige en vue de la confection d'une meringue... Les participants viennent rapporter des pratiques, des théories, des dictons relatifs au thème choisi, et le groupe analyse ces données sur lesquelles la cuisine classique est fondée. Par exemple, dans le cas du sel sur les steaks que l'on grille, trois écoles étaient représentées lors du séminaire qui a envisagé la question : certains cuisiniers mettent le sel avant la cuisson, parce qu'ils veulent saler la viande à cœur ; d'autres mettent le sel après la cuisson, parce qu'ils veulent éviter que le sel ne "tire" le jus ; et d'autres encore mettent le sel en cours de cuisson afin de favoriser la coloration de la viande... Mais les tests précis, rigoureux, de ces pratiques n'avaient pas été faits.

D'où la nécessité de les effectuer ! Ces tests sont envisagés lors du séminaire, les participants se les répartissent, et ils les font, de retour dans leurs cuisines ou laboratoires, après le séminaire, à charge pour eux de venir en présenter les résultats aux séminaires suivants. C'est ainsi que, dans les mois qui ont suivi le séminaire consacré au sel sur la viande, les participants ont finalement appris que le sel n'entre pas à cœur des steaks grillés : plus précisément, une microscopie électronique à balayage avec analyse X a montré que l'on ne trouve pas de sel à plus de 3 millimètres sous la surface, que les différents morceaux des divers types de viande perdent différemment leur jus, en présence de sel...

Tout est donc pour le mieux dans le meilleur des mondes ? Pas tout à fait. Oui, la collaboration entre le monde scientifique et le monde culinaire est active ; oui, les études conduisent à des résultats utiles, mais l'Inra est, à mon goût, insuffisamment représenté par ses chercheurs au séminaire... alors que les laboratoires de l'Institut sont pleins de résultats qui pourraient être utilement communiqués au monde culinaire.

Un premier appel, donc : si vous avez dans des tiroirs de quoi aider les cuisiniers, si vous avez une bonne connaissance des viandes, des poissons, des fruits, des légumes, n'hésitez pas : venez au séminaire ou envoyez-nous des informations, qui seront ensuite distribuées largement, avec les comptes rendus des séminaires [2].

[1] Sauf en juillet et en août, le troisième jeudi du mois de 16 à 18 heures. Signalé dans la rubrique "ADP" d'*Inra mensuel*

[2] Cette procédure permet notamment, depuis un an déjà, à des personnes ne pouvant venir à Paris, de participer activement au séminaire : les dictons, pratiques, informations variées envoyés par mél (hthis@paris.inra.fr) sont présentés aux participants du séminaire, au nom de celui qui les a envoyés, et introduits dans les comptes rendus détaillés des réunions. Tous ceux qui reçoivent les comptes rendus (toujours par mél.) peuvent ensuite effectuer des expériences dont ils enverront les résultats, lesquels seront alors lus lors du séminaire et introduits dans les comptes rendus suivants.

LA TOTIPOTENCE CELLULAIRE DES PLANTES AUX ANIMAUX. Cette journée organisée par la société française de Biologie du Développement, a eu lieu à l'Inra de Versailles, le 21 septembre dernier.
Une cellule totipotente se définit comme étant capable de redonner un organisme entier.

• Chez les plantes, toute cellule est potentiellement totipotente et est en principe capable de redonner une plante entière. Cette particularité des cellules végétales est particulièrement exploitée dans le cadre de la multiplication végétative *in vitro* ou non. Par ailleurs, la morphogenèse des plantes commence au cours de l'embryogenèse et se poursuit tout au cours de la vie de la plante à partir des méristèmes apicaux (racinaires et caulinaires) qui sont mis en place très tôt lors de la formation de l'embryon. Ces méristèmes sont des stocks de "cellules souches" à partir desquels sont recrutées les cellules qui donneront naissance aux différents tissus et organes de la plante. Ces cellules sont maintenues à l'état méristématique pendant toute la vie de la plante, qui peut durer des centaines d'années dans certains cas. La notion de lignage cellulaire n'existe pas chez les plantes, la spécification du type cellulaire est sous le contrôle d'interactions intercellulaires et de facteurs de position.

• Chez les animaux, la notion de totipotence se restreint aux cellules du zygote et des tout premiers stades (2 - 8 cellules) du développement embryonnaire. Aux stades ultérieurs les cellules ne sont plus totipotentes, mais restent pluripotentes puisqu'après ré-introduction dans un embryon elles sont capables de coloniser l'organisme entier. Ces cellules souches embryonnaires peuvent dans certaines conditions être cultivées "indéfiniment" *in vitro.* •••

Suite de la page 21
••• Par contre les noyaux somatiques des cellules de mammifères peuvent être totipotents mais ne manifestent cette capacité que lorsqu'ils sont transférés dans un œuf énucléé. Par ailleurs des observations récentes chez les animaux démontrent que la notion de lignage cellulaire n'est plus aussi stricte qu'elle pouvait l'être et que les cellules souches animales présentent des potentialités insoupçonnées jusque-là. Par exemple, il a été montré que : - des cellules progénitrices de mœlle osseuse étaient capables de former du muscle ou du foie ; - des cellules souches hématopoïétiques sont capables de se différencier en hépatocytes après transplantation. Ces observations soulèvent plusieurs questions. Les cellules souches animales possèdent-elles un certain potentiel de différenciation qu'elles ne peuvent exprimer dans des conditions normales de développement ? A-t-on mis en évidence chez les animaux un mécanisme qui fait que le potentiel de développement des cellules souches peut être reprogrammé au contact des cellules avec lesquelles elles seront en contact ? Ceci se rapprocherait-il du contrôle positionnel de la spécification des cellules végétales ?
Les résultats récents dans le domaine de la génomique suggèrent que le génome de la plante d'*Arabidopsis* n'est pas si différent du génome humain ; par ailleurs des résultats de plus en plus nombreux montrent qu'il existe de grandes similitudes dans les mécanismes fondamentaux du fonctionnement des cellules chez les animaux et les végétaux.
Les notions de cellules souches et de totipotence soulèvent des questions fondamentales aussi bien chez les plantes que chez les animaux. Le but de la réunion était de faire se rencontrer des chercheurs des deux secteurs et susciter des discussions voire des collaborations transversales entre "végétalistes" et "animalistes" sur les problématiques concernant les mécanismes de totipotence et de reprogrammation des cellules.
Informations :
bellini@versailles.inra.fr ou lacruz@versailles.inra.fr
Laboratoire de Biologie cellulaire, Inra Versailles. Tél. 01 30 83 30 17
http://www.versailles.fr/BIOCEL/
http://www.versailles.inra.fr/
•••

Une autre insuffisance me préoccupe. Il y a quelques années, la direction des Industries agro-alimentaires organisait des visites des centres par des représentants de la Chambre syndicale de la haute cuisine française : les cuisiniers jugeaient les produits en cours de développement, donnant parfois des indications qui permettaient de réorienter les travaux. Ces visites ont pris fin, mais le séminaire de gastronomie moléculaire veut reprendre le flambeau : il serait moins coûteux pour l'Inra que les produits viennent aux cuisiniers qui sont réunis au séminaire : Pierre Gagnaire, Christian Conticini, Pierre-Dominique Cécillon, Éric Trochon... À ce jour, cette idée n'est restée qu'à l'état d'espoir... d'où l'idée de cet appel.

Hervé This,
Attaché à la direction scientifique NHSA.
Gastronomie moléculaire Inra.
Chimie des interactions moléculaires,
Collège de France.

NUTRITION, Maison de la chimie, Paris, 22 novembre 2001.
Ces X[èmes] rencontres scientifiques sont organisées par l'Institut Danone, pour célébrer ses dix ans d'existence et à l'occasion des prix "alimentation et santé" 2001. Elles réuniront les participants autour d'une thématique qui a marqué la recherche en nutrition des 10 ans passés "Nutrition et maladies cardiovasculaires" et d'une autre thématique "Sécurité des aliments" qui pourrait marquer les 10 ans qui viennent. L'objectif sera de faire le point sur les connaissances et de favoriser les échanges par des conférences-débats animées, entre autres, par : Pierre Feillet, Inra, Montpellier ; Claude Fischler, Cnrs, Paris ; Gérard Pascal, Inra. L'ensemble des communications orales et affichées sera publié dans un numéro spécial des Cahiers de Nutrition et de Diététique.
▲ Contact : Institut Danone : www.institut-danone.org. Tél. 01 40 87 21 95.

OGM ET ALIMENTATION : peut-on évaluer des bénéfices pour la santé, Institut Pasteur Paris, organisé par l'Afssa, 17-18 décembre 2001.
Ce colloque international scientifique a pour objet de faire le point sur les données concernant les bénéfices potentiels des Ogm, actuels ou futurs et les méthodes d'évaluation des aliments.
Principaux thèmes : bénéfices potentiels : diminution des toxiques, amélioration des qualités nutritives des aliments.
1[ère] **Table ronde** : les bénéfices des Ogm : rêve ou réalité ?
Méthodes d'évaluation des bénéfices : comment peut-on évaluer les bénéfices des aliments ? Quelles attentes de la société ?
2[ème] **Table ronde** : quelle évaluation spécifique des bénéfices pour les Ogm ?
▲ Contact : Programme et inscription : www.afssa.fr

Colloques
autres

BIOAvenir 2001, Institut Pasteur Paris, les samedis 10 et 17 novembre 2001.
BIOAvenir a pour vocation d'informer les étudiants en biologie des universités d'Ile-de-France sur les formations "après-deuxième cycle". La "Formation doctorale" du 10 novembre en collaboration avec les Écoles doctorales traitera des différents aspects de la formation doctorale : préparation de l'entrée en Dea, choix du laboratoire d'accueil, obtention des différentes allocations et bourses de recherche ainsi que du bon déroulement d'un doctorat et de l'après-thèse : post-doctorat, secteurs public et privé, double compétence…
Le "Forum des métiers" du 17 novembre a pour objectif de présenter aux étudiants biologistes les formations menant aux métiers connexes à la recherche. Cette journée est une rencontre interactive entre étudiants, professionnels de l'entreprise et directeurs de formation. La journée sera organisée autour de 5 grands axes : agro-alimentaire, biotechnologie, informatique, commerce, communication scientifique. http://www.BIOAvenir.net
▲ Contact : Jean-Étienne Allain/Association BioDocs. Tél : 01 45 37 40 83. Mél. BIOAvenir@egroups.fr

À FLEUR DE PEAU : biologie et pathologie de l'épiderme, Institut Pasteur, organisé par la société française d'anatomie pathologique vétérinaire, 14 décembre 2001.
Thèmes : développement de la peau ; cicatrisation ; nouvelles thérapies des brûlures ; maladies génétiques de l'épiderme chez l'homme ; maladies génétiques et auto-immunes spontanées chez l'animal. Troubles de l'adhésion intercellulaire ; thérapie génique des maladies de l'épiderme.
▲ Contact : Laurence Fiette, unité d'Histopathologie, Institut Pasteur. Tél. 01 40 61 31 44. Fax. 01 40 61 31 55.

Manifestations

ART ET SCIENCE, Jérôme Bosch, Martine Scrive et l'unité Espèces fruitières de l'Inra-Bordeaux.
Du 1[er] septembre au 11 novembre 2001, l'Inra participe en partenariat avec Martine Scrive* artiste-scientifique française contemporaine à une rétrospective autour du peintre flamand Jérôme Bosch (1450-1516). C'est le point culminant des manifestations de Rotterdam (Pays-Bas) capitale culturelle 2001.
Librement inspiré du "Jardin des Délices" du peintre flamand, un espace présentant des œuvres diverses "Egg Dream Museum" a été mis en place par un groupe d'artistes du monde entier. À travers ce projet artistique, Martine Scrive a souhaité mêler Art et Science, en adaptant les pratiques des chercheurs à son travail artistique.
Elle a imaginé 5 œufs en verre de 40 cm de haut et 30 cm de diamètre dans lesquels ont été repiqués des plants

* Martine Scrive, biologiste de formation, est fascinée par le monde du vivant et les biotechnologies. Dans son travail de plasticienne, elle utilise comme support les "outils" de la recherche agronomique, et tente ainsi d'apporter une réflexion différente sur l'évolution de la science dans notre quotidien. Elle a notamment travaillé de nombreuses années en collaboration avec la Cité des Sciences à Paris (murs et tunnel de cultures hors-sol en collaboration avec l'Inra de Jouy-en-Josas). Elle collabore actuellement (Rotterdam) avec Antony Miralda, artiste catalan qui privilégie la nourriture comme support artistique.



Photo : J.C. Meymerit

Les œufs de culture *in vitro* d'arbres fruitiers sont sous le regard attentif de Lydie Fouillaux (Inra Bordeaux), prêts à s'envoler pour Rotterdam.

de culture *in vitro* (pommiers, cerisiers, vigne, noyers et fraisiers). Chaque œuf a de plus, une couleur de gélose différente. Grâce à l'aide technique de Lydie Fouillaux (unité de recherches sur les Espèces Fruitières et la Vigne de l'Inra de Bordeaux-Aquitaine), l'artiste est passée à la réalisation lors de sa venue cet été au centre. Ainsi, à Rotterdam, sous les yeux des visiteurs de l'exposition, les plants vont ainsi vivre et grandir durant deux mois et demi.

▲ Contact : Jean-Claude Meymerit, chargé de Communication, Bordeaux-Aquitaine. Tél. 05 57 12 26 52. Fax. 05 57 12 26 54.

PIETER BOEL, PEINTRE DES ANIMAUX DE LOUIS XIV, musée du Louvre, du 14 septembre au 17 décembre 2001.
Pieter Boel fut probablement l'élève du grand peintre de natures mortes et d'animaux, Jan Fyt, anversois comme lui. L'artiste rejoint, à partir de 1668, les peintres, pour la plupart flamands travaillant aux Gobelins sous la direction de Charles Le Brun. Dispersées depuis plus d'un siècle entre le Louvre et différents musées français, ses études, au nombre de quatre-vingts, sont réunies pour cette exposition. Elles font partie d'un ensemble de tableaux provenant des collections de Louis XIV. Ces études étaient destinées à servir de modèles aux animaux qui figurent au premier plan des tapisseries de la prestigieuse tenture des Mois, ou Maisons royales. De récentes découvertes d'archives retracent parfaitement le cheminement de ces œuvres des Gobelins jusqu'au Louvre et étayent pleinement leur réattribution à Pieter Boel. Il s'est inspiré des oiseaux et mammifères observés dans la Ménagerie de Versailles tout nouvellement installée, et non d'animaux morts, comme c'est souvent le cas chez les artistes de l'époque. Pieter Boel s'inscrit comme un observateur exceptionnel de la vie des animaux. Sa démarche est particulièrement novatrice dans l'étude du corps de l'animal en mouvement à la fois dans son ensemble et dans tous ses détails.



Photo : ©RMN - R.G. Ojeda

Perroquets par Pieter Boel, 17e siècle.

Éditer, lire

revues

ARCHORALES. Tome 6, **Témoignage de Raymond Février** recueilli en 1996, préface de Bertrand Hervieu, 2001, 112 p.*
Le témoignage de Raymond Février, qui figure dans ce nouveau tome d'Archorales (Archives orales de l'Inra), fait suite à tous ceux qui ont été déjà publiés dans la même collection. Raymond Février a accepté, en effet, de rappeler à son tour les grandes phases de sa vie professionnelle et de nous faire part des leçons qu'il en a tirées.
Nous faisons connaissance avec lui, à sa sortie de l'Agro, en 1942, alors qu'il travaille au laboratoire du professeur Leroy, puis dans la porcherie expérimentale de Bois-Corbon. Mais il ne tarde pas à nous emmener à Jouy-en-Josas où il participe à la création du centre et où nous découvrons les pro-

* Voir également le supplément d'*Inra mensuel* "46/96. L'Inra. Témoignages, Références" n°91 janv.-fév. 97 : "L'Inra cinquante ans. La recherche porcine, hier et avant-hier" ; ainsi que le "Courrier de Raymond Février" n°109, mars-avril 2001, pages 40-41.

CHERCHEURS ET GESTIONNAIRES DE LA RECHERCHE PUBLIQUE : même combat ? Institut Pasteur, organisé par l'association Aspert, du 2 au 3 octobre 2001.
Les acteurs administratifs et scientifiques de la recherche et de l'enseignement supérieur entretiennent des relations complexes, parfois difficiles, qui témoignent des défis auxquels est confronté le système de recherche français. Partant de ce constat, le colloque ASPERT'01 a l'ambition d'identifier et d'analyser, à travers des témoignages et échanges d'expériences, les raisons profondes de ce hiatus et vise à proposer des solutions pour faire évoluer le référentiel actuel. Ce colloque s'adressait à toutes les personnes, gestionnaires ou chercheurs, intéressées à mieux comprendre les dynamiques du système de recherche et à réfléchir aux démarches novatrices qu'elles appellent, notamment dans le contexte de l'ouverture de la France à l'Espace Européen de Recherche (EER) et dans la perspective des recrutements massifs des prochaines années.
Sessions : 1•Quels défis pour la recherche publique ? Contraintes, opportunités et évolutions récentes
2•Témoignages : paradoxes, problèmes et créativité des pratiques
3•Regards croisés sur les systèmes de recherche : comment font les autres ? Quels sont les débats en cours chez eux ? Comment nous voient-ils ?
4•Vers quoi peut-on évoluer ? Des pistes pour l'avenir.
Infos : http://138.102.1.66/aspert



Photo : ©Inra

25ème anniversaire du centre d'études des techniques agricoles (CETA) de Corlay (Côtes du Nord) (Archorales n°6, p.29 à 31) animé par André Pochon (au centre) (Raymond Février la 3e personne à partir de la droite).

blèmes qu'il rencontre pour animer et organiser la vie scientifique dans la station de recherches sur l'élevage dont la direction lui a été confiée. Le voici appelé au bout de quelques années au siège de l'Inra. De nouvelles responsabilités l'y attendent, accompagnées de nouveaux soucis : il doit procéder à de nouveaux recrutements, batailler pour obtenir des moyens financiers en rapport avec ses ambitions, entretenir l'enthousiasme des personnels dans un contexte, qui est loin d'être toujours favorable. Il lui faut, par ailleurs, être attentif à la bonne adéquation des projets de recherche de l'Institut avec les exigences de la demande sociale. Les problèmes de surproduction qui apparaissent dans certains secteurs, les demandes nouvelles et la politique de décentralisation conduisent, en effet, l'Inra à ouvrir de nouveaux centres en province ou aux Antilles, à explorer des thématiques neuves, à reconsidérer et élargir certaines de ses problématiques.
Directeur général de l'Inra de 1975 à 1978, Raymond Février est sensible aux problèmes du grand large et sa carrière ne s'arrête pas là. En le suivant pas à pas dans ses pérégrinations, nous découvrons les diverses instances nationales (Conseil d'État, Office des Forêts, Conseil économique et social, Cemagref) ou internationales (Commission des communautés européennes, Centre international de Hautes Études agronomiques méditerranéennes) dans lesquelles il a continué à œuvrer jusqu'à ces dernières années.
Raymond Février, qui a été l'un des grands acteurs du développement de notre Institut et qui s'en est éloigné pour d'autres engagements, est évidemment un témoin privilégié de notre histoire collective. Le lecteur trouvera d'autant plus d'intérêt et de plaisir à se plonger dans son récit, qu'il est assorti de jugements personnels, d'anecdotes savoureuses et entrelardé de photos anciennes, amusantes et souvent émouvantes à regarder.

Denis Poupardin,
Chargé de la mission "Archives orales de l'Inra", Économie et Sociologie rurales, Ivry.

LE CAHIER DES TECHNIQUES, bulletin de liaison interne, n°46, septembre 2001, 51 p.
Numérisation 3D : adaptation d'un pointeur pour la mesure des racines ; outil de prélèvement de surface (pour la couche superficielle de sol) ; optimisation de l'estimation de la concentration en oxygène dissous dans un réservoir oligo-mésotrophe ; utilisation du logiciel WinDendro : détermination d'un seuil de séparation pour la mesure des largeurs de bois initial et final sur l'épicéa commun *(Picea abies Karst)* ; estimation de l'activité de la phosphatase alcaline au sein de l'interface eau-sédiment d'un réservoir eutrophe ; XML : un moyen simple d'utiliser les données structurées sous Internet Explorer ; une introduction à l'analyse discriminante linéaire avec SPSS pour Windows ; liste par rubriques des articles parus dans les n°43 à 46.
▲ Contact : Yves et Madeleine Bonnet. Tél. 04 67 57 65 27. Fax. 04 67 57 26 85.

LE COURRIER DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INRA, Mission Environnment-Société, n°43, mai 2001, 158 p. http://www.inra.fr/dpenv/pa.htm
Saisir la chance de l'environnement ? : les agricultures françaises au milieu du gué ; les OGM, entre hostilité de principe et principe de précaution ; pour la gestion concertée de l'espace rural : appuyer des médiations territoriales ; plaidoyer pour une politique européenne en faveur des écosystèmes prairiaux ; la contractualisation de la société ; conservation de la nature : des concepts à l'action ; réchauffement climatique : premiers signes chez les oiseaux ; la maladie du chancre coloré du platane ; vache folle : du rôle des médias en temps de crise ; France Nature Environnement : points de vue sur l'agriculture ; changer de lunettes pour changer la ville ? ; de la dégradation à la restauration des sols : utilisation de méthodes traditionnelles et modernes en Haïti ; les Massaï du Kenya pleurent les vaches folles d'Europe ; orangs-outans : chronique d'une extinction annoncée ; de Maisons-Rouges, de l'exploitation agricole en perspective ; avis de la Commission française du développement durable : le principe de précaution, les OGM ; boues de curage des cours d'eau ; épouvantails.



Épouvantail : la petite fille sous la neige...

CAHIERS D'ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES, Inra, 2ème et 3ème trimestres 2000, n°55-56, 145 p., 140 F. le n°, 200 F. le n° double (Abonnement de 4 n°s : 400 F.).
Décision séquentielle et principe de précaution ; dynamique et incertitude dans la gestion de l'irrigation, questions de normes agro-alimentaires dans le contexte de globalisation : une approche éthique des normes dans le commerce international ; la négociation des normes sur les produits animaux : une approche procédurale sur le cas du lait cru ; une question de bon goût ? Qualité et définition des normes "chocolat" dans l'Union européenne ; l'office international de la vigne et du vin et l'organisation mondiale du commerce : les enjeux de la normalisation dans le secteur viti-vinicole.

LE SADOSCOPE. Publications 1999, Inra Département SAD, 2001, 227 p.
Production agricole et processus de qualification ; formes socio-techniques de construction et de maîtrise des problèmes d'environnement développement local et territorialité ; innovation, médiations socio-techniques et développement local ; hors champs.

AGRICULTURES. Cahiers d'études et de recherches francophones, Éditions John Libbey Eurotext, vol.10, n°3, 2001, 67 p. 120 F. http://www.john-libbey-eurotext.fr
Veaux, vaches, cochons, couvées ; stérilité mâle *Ms8* chez *Phaseolus vulgaris* L. ; rendement de l'arachide et du sorgho en rotation sous différents itinéraires techniques au Burkina Faso ; libéralisation et dévaluation du franc Cfa : la relance de la filière "riz irrigué" à l'office du Niger au Mali ? ; la stabilité de l'agrégation, un indicateur de la sensibilité des sols au ruissellement et à l'érosion : validation à plusieurs échelles ; mycorhization précoce et croissance de deux types de matériel végétal de plantain *(Musa Aab)* ; analyse de composantes de rendement chez le piment (*Capsicum annuum* L.).

SÉCHERESSE, Éditions John Libbey Eurotext, vol.12, n°2, 2001, 67 p. 140 F. 21,34 € (Abonnement de 4 numéros 370 F. 56 €) http://www.john-libbey-eurotext.fr
Une perspective de développement régional autour de l'office du Niger est-elle enfin envisageable ? ; statut hydrique de quatre espèces ligneuses soudaniennes dans la forêt de Nazinon, Burkina Faso ; évaluation et cartographie de la vulnérabilité à la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine d'El Madher, Nord-Est algérien, selon la méthode Drastic ; maîtrise de la croissance démographique, gestion économique de l'eau et sécurité alimentaire. Quelles perspectives d'adéquations futures en Tunisie ? ; réhabilitation des terres dégradées en Tunisie centro-méridionale : cas du flanc sud-est du djebel Melloussi ; effets des mycorhizes à arbuscules sur la tolérance à un stress hydrique de quatre arbres fruitiers : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Tamarindus indica* L. et *Zizyphus mauritiana* Lam. ; impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca, Maroc.

INSECTES. Les cahiers de liaison de l'OPIE, n°121, 2ème trimestre 2001, 39 p., 50 F. 7,6 € (Abonnement de 4 numéros : 185 F. 28,21 €) http://www.inra.fr/OPIE-Insectes/pa.htm
La protection de l'entomofaune, un outil de développement durable ? ; les Coléoptères Méloïdés cleptoparasites de nids d'abeilles solitaires ; abeille noire et cire blanche ; art et insectes ; pour venir à bout des termites ; contribution à l'élevage d'un Criquet-bâton *Proscobia scabra* Klug, 1820 de Guyane française ; la cétoine soyeuse de Surinam ; à propos de laurier-cerise ; la reproduction ; présence de *Cacyreus marschalli* en Haute Garonne et dans les Pyrénées-Atlantiques ; visite guidée : Coléoptères du Limousin ; protection des insectes : un nouvel arrêté préfectoral dans les Alpes-de-Haute-Provence.

PRODUCTION PORCINE ET SOCIÉTÉ : réflexion prospective sur les orientations de la recherche. Compte-rendu des 33èmes journées de la recherche porcine en France le 31 janvier 2001, Éd. Institut technique du porc, 2001, 44 p.
État actuel des programmes de recherche porcine répondant à la demande sociale ; la production porcine française et européenne : les nécessaires adaptations et anticipations ; la demande concernant le bien-être animal ; environnement et élevage porcin : éléments de problématique : demande concernant la sécurité alimentaire.

FUTURIBLES, n°266, juillet-août 2001, 112 p. 78 F. 11,89 € www.futuribles.com
Du bluff génétique à la police moléculaire ; la quête du Graal et du génome humain ; la prolifération numérique : ressorts et impacts ; l'e-novation des entreprises.

Livres

LA LOI SUR LA RECHERCHE DE 1982. Origines, bilan et perspectives du modèle français, par Jean-François Théry, Rémi Barré, Inra Éd., coll. Sciences en Questions*, 2001, 136 p. 39 F. 5,95 €.
Affichée comme une priorité du gouvernement Mauroy, la Loi d'orientation et de programmation de la recherche de 1982 avait pour ambition de relancer l'effort de recherche public tout en mettant en place un dispositif d'ensemble capable de mobiliser énergies et moyens autour des priorités nationales. L'homogénisation des statuts des organismes de recherche, la création d'un statut de chercheur et la titularisation des personnels devaient libérer la créativité, favoriser la mobilité et féconder l'innovation. Quel bilan tirer, dix-huit ans plus tard, de l'application de cette loi ?

BORDEAUX ET SES VINS, Bernadette Dubos (Inra), Jean Bisson, Jacques Delas (Inra), Jacques Stockel** (Inra), Bernard Walter, XVIème édition, Éd. Féret, 2001, 2248 p., 1700 gravures anciennes ou photographiées, 495 F. +40 F. de frais de port.
C'est le seul ouvrage qui recense l'ensemble des propriétés vinicoles girondines. Son originalité est un classement objectif des crus (par appellation et ordre de mérite dans chaque commune) ; une approche exhaustive (1700 domaines et 13500 marques). Les informations minimums pour chaque cru décrit ont été augmentées : les renseignements concernant l'encépagement ainsi que les autres marques de la propriété n'existaient pas dans la précédente édition. Autre nouveauté : la rédaction des informations générales concernant la vigne et le vin est confiée à des chercheurs, professeurs, spécialistes confirmés et reconnus dans chacun des domaines concernés. Plusieurs bases de données informatiques permettent des mises à jour pointues et pertinentes. Cette masse considérable de renseignements est obtenue également grâce à une étroite collaboration avec les pro-

* **Sciences en Questions**
• Comment vous procurer les ouvrages de la collection
- si vous êtes "Inra", ils sont gratuits : demandez-les au responsable formation ou communication de votre centre
- si vous êtes "extérieur", vous pouvez les acheter aux Éditions Inra-Versailles (+20 F. de frais de port).

• Composition du groupe de travail
Pierre Boistard, Raphaël Larrère, Patrick Champagne, Benoît Fauconneau, François Rodolphe, Guy Rosner, Michelle Cussenot, Isabelle Savini, Denise Grail.

• Prochaine conférence-débat
Dominique Pestre (physicien de formation, historien des sciences) : "La science, les pouvoirs et l'argent". La transformation des modes de production des savoirs. 22 novembre 2001, 9h30 à 13h, Institut National Agronomique, Amphithéâtre Tisserand, 16 rue Claude Bernard - Paris 5e.

** Un autre ouvrage dirigé par **Jacques Stockel**, "Les ravageurs de la vigne" vient de recevoir un prix. Voir cette rubrique dans "Travailler à l'Inra".

L'INRA DANS L'ISI
L'Isi (Essential Science Indicators) avait déjà publié le 29 mai 2001, des résultats selon lesquels l'Inra était
• au 2e rang mondial pour "Agricultural Sciences"
• au 4e rang mondial pour "Plant & Animal Sciences".

"Science watch" vient d'ajouter les précisions suivantes :
• "Agricultural Sciences" : 2.698 articles et 14.919 citations de 1991 à 2001
• "Plant & Animal Sciences" : 5.833 articles et 35.467 citations.

fessionnels et les institutions scientifiques du monde viti-vinicole. Il recense également l'ensemble des maisons de négoce de la place de Bordeaux.

RAMSES 2001. Rapport annuel mondial sur le système économique et les stratégies, sous la direction de Thierry de Montbrial et Pierre Jacquet, éd. Dunod pour l'Institut français des relations internationales (Ifri), 2000, 374 p.
Parmi les nombreux chapitres de la première partie, au moins deux d'entre eux attirent notre attention. L'un intitulé *Environnement : les enjeux du prochain siècle* (pp. 77-114) où Dominique Dron, chargée de mission à l'Inra "Agricultures, territoires et environnement dans les politiques européennes", observe certains enjeux environnementaux concernant l'avenir de l'ensemble de la planète et la stabilité politique de plusieurs zones du globe (voir *le Courrier de l'Environnement* n°43). L'autre sur *L'avenir des politiques agricoles* (pp. 115-131) signé Bertrand Hervieu, Hervé Guyomard, Jean-Christophe Bureau. Il réussit en un nombre de pages réduit à expliquer de façon claire et précise le fonctionnement complexe et les enjeux des politiques agricoles. "Est-ce la fin annoncée des politiques agricoles" se demandent dès l'abord les auteurs.
Bien d'autres chapitres de cet ouvrage présentent un égal intérêt. Citons, entre autres, *L'eau au XXIème siècle : enjeux, conflits, marché* (Pierre-Alain Roche, pp. 79-93).
(D'après la note de Pierre Marsal parue dans *le Courrier de l'environnement*, n°42, février 2001 pp. 117-118).

FRANÇOIS JACOB : LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES. Travaux scientifiques présentés par N. Pereiras et M. Morange, Éd. Odile Jacob, septembre 2001.
[...] L'œuvre de ce pastorien, s'étendant sur plus de quarante ans, témoigne d'une exceptionnelle productivité scientifique, parce que François Jacob lui-même n'a jamais distingué de manière tranchée sa production scientifique d'une réflexion sur la démarche qui sous-tend cette production. Au travers des travaux de François Jacob, on découvre les transformations intervenues en biologie au cours du dernier demi-siècle, de la découverte de la nature chimique des gènes à celle des techniques qui permettent de les manipuler. [...] Le rapport entre pratique de la science et discours sur la science est, chez lui, subtil et intéressant : l'une et l'autre sont élaborés en parallèle et renvoient à une conception originale de ce qu'est la "réalité". Il en va ainsi de son usage des métaphores, à la charnière entre activité scientifique et réflexion sur la science. La métaphore du "bricolage" en est le meilleur exemple. François Jacob l'utilise pour décrire l'opportunisme de l'évolution -une même structure protéique étant utilisée à des fins très différentes-, mais l'applique en retour au travail du scientifique : l'imagination, à l'origine de la connaissance scientifique tout comme des mythes, ne serait jamais qu'une recombinaison d'éléments déjà connus, un "bricolage", comme les propres travaux de François Jacob l'illustrent à l'envi. [...] la science est double : il y a la science de nuit, qui obéit aux mêmes motivations et utilise les mêmes outils que le mythe (métaphores, analogies) et la science de jour, rationnelle, où les modèles élaborés dans la fièvre sont passés au crible glacé de la raison. C'est cette structuration duale de la science qui en fait une activité à part, supérieure aux autres formes de connaissance dans la maîtrise qu'elle apporte vis-à-vis du monde. L'idée que les théories scientifiques pourraient s'imposer de manière durable, non par un "arbitrage" de la nature, mais par les seules stratégies sociales de leurs auteurs est, pour François Jacob, absurde : combien de modèles séduisants qu'il avait lui-même proposés ou simplement soutenus se sont effondrés ? Ce que nous pouvons appréhender du monde, ce sont seulement ses limites et les contraintes qu'il impose, lesquelles définissent un ordre. Mais celui-ci est souvent illusoire et toujours local. [...] pour François Jacob, la seule science intéressante est celle en train de se faire, quand l'ordre et les frontières apparaissent là où ne régnaient que chaos et désordre.

AGIR DANS UN MONDE INCERTAIN. Essai sur la démocratie technique, Michel Callon, Pierre Lascoumes, Yannick Barthe, Éditions du Seuil, septembre 2000, 148 F
Et s'il fallait enfin tirer les conséquences des crises à répétition que nos sociétés traversent lorsqu'elles sont confrontées aux débordements inattendus des sciences et des techniques ? S'il fallait en finir une bonne fois pour toutes avec la vision héroïque des décisions tranchantes et tranchées que le souverain prend en situation d'incertitude et en toute méconnaissance de cause ? Si Alexandre rengainait son épée, le monde s'effondrerait-il ? Non, mais la démocratie, elle, en ressortirait fortifiée. Tel est le propos des auteurs de ce livre. Ces derniers refusent les traditionnelles oppositions entre spécialistes et profanes, professionnels de la politique et citoyens ordinaires. Ils concentrent plutôt leur attention sur les nouvelles relations entre savoir et pouvoir qui émergent des controverses socio-techniques et sur les procédures inventées pour les traiter. L'enjeu est de faire apparaître les conditions dans lesquelles les sociétés démocratiques vont se rendre capables d'affronter les défis des sciences et des techniques.

ÉLOGE DES FONCTIONNAIRES. Pour en finir avec le grand matraquage, Pierre Bitoun (Inra), Éd. Calmann-Lévy, 2001, 238 p., 90,20 F. 13,75 €.
Ils en veulent toujours plus ! Ils sont trop nombreux ! Ils ont la sécurité de l'emploi ! Ils sont tous des privilégiés ! Ils ne travaillent pas assez ! Ils n'ont pas le sens du risque ! Ils font trop la grève ! L'auteur développe des éléments de réponse à ces critiques courantes.

LA TERRE CHAUFFE-T-ELLE. Le climat de la terre en question, Gérard Lambert, EDP Sciences, coll. "Bulles de Sciences", 2001, 224 p, 98,40 F., 15 €.
La colère ne change pas le temps qu'il fait : colère noire à la Maison Blanche/questions de météorologie ; le passé recomposé : un vrai roman : l'histoire de la Terre/une rencontre inattendue/glaces ; un accueil impor-

tun/une vérité dans la boue/une glace qui pétille/effet de serre et alternance des climats/la Terre est une grosse toupie ; chauffage au gaz : la Terre est un énorme lézard/une station scientifique dans les Iles Hawaii/un visiteur intempestif/pourquoi le gaz carbonique augmente-t-il ?/du méthane en Tasmanie/seconde entrevue avec le président/du grisou dans l'agriculture/conférence capitale au Capitole ; l'avenir de la planète : le colloque international de Harvard/coup de chaleur et coup de froid/futur incertain/retour à la Maison Blanche.

QUE SAIT-ON DES MALADIES À PRIONS ? Gérard Lambert, EDP Sciences, coll. "Bulles de Sciences", 2001, 168 p, 98,40 F., 15 €.

Une approche cartésienne : enquête sur une épidémie de kuru ; les victimes des maladies à prion ; le prion et les farines contaminées : la machinerie cellulaire/les agents transmissibles ; la transmission du prion anormal : le rôle du gène de la PrP ; tout se passe dans la tête : le neurone ; la recherche de traitements : les dépôts amyloïdes ; du système digestif au système nerveux ; le métier de chercheur : la preuve par le macaque ; récapitulons ; quels tests ? : la sensibilité des tests rapides en laboratoires sécurisés.

DICTIONNAIRE CULTUREL DES SCIENCES, maître d'œuvre Nicolas Witkowski, Éd. du Regard, 500 p., 280 illustrations, 590 F.

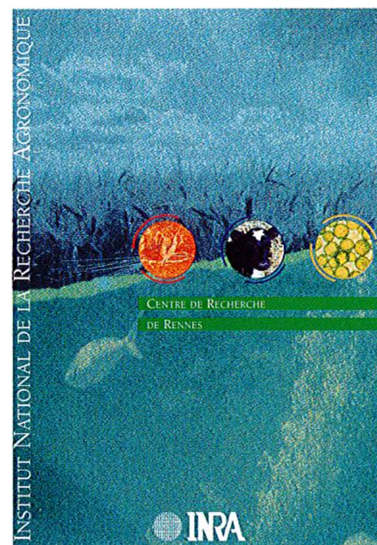
Peut-on parler de science différemment ? Sans effrayer par un formalisme inutile ? Sans faire mine de transformer le lecteur en spécialiste ? Sans poser comme prémisse l'inaccessibilité de *Homo Scientificus* et l'indiscutable supériorité de sa pensée ? Les auteurs de ce dictionnaire sont persuadés que cela est possible et que le lectorat est mûr, en ce début de XXIème siècle, pour entendre raconter une science différente, définitivement libérée de sa tour d'ivoire. Ils estiment que, loin de constituer un domaine réservé et quelque peu menaçant, la science fait pleinement partie de la culture générale, et qu'il est illusoire de tenter d'en comprendre le sens si l'on n'étudie pas ses interactions avec la politique, la philosophie, l'éthique, la peinture ou la littérature, entre autres.

Au contraire des "dictionnaires de science" qui ne se soucient que de science et la racontent de l'intérieur, cet ouvrage de référence destiné, à tous, et qui ressemblera davantage à un livre d'art qu'à un aride dictionnaire, s'intéresse aussi (surtout) à ce qu'il y a autour des sciences.

L'article ADN, dans un dictionnaire de sciences ordinaire, présente la molécule, sa structure et fait état de son importance en biologie. Ici, il s'agira aussi de raconter son histoire et d'évoquer l'impact de la double hélice sur divers domaines de la culture, de Salvador Dali au maïs transgénique. L'ADN qui nous intéresse donc pas seulement celui des biologistes, mais celui des artistes, des physiciens (Schrödinger en l'occurrence), des adeptes de métaphores (l'ADN comme grand livre de l'hérédité) et des cinéastes (Qui veut de l'ADN de dinosaure ?) - Pierre et Marie Curie (qui auront chacun leur entrée) nous intéressent moins en tant que scientifiques ayant fait telle ou telle découverte que comme mythes populaires aisément transposables au cinéma ou au théâtre, et comme précurseurs d'une nouvelle forme de recherche appliquée ; il y aura d'ailleurs une troisième entrée : "laboratoire Curie". Qu'il s'agisse d'un objet (astéroïde, rivet, molécule), d'un monument (l'Atonium de Bruxelles), d'une institution (la Royal Society), d'un lieu (Calcutta, Vienne ou Padoue), d'un personnage (Flaubert, Édgar Poe ou Borodine) ou d'un concept (auto-expérimentation, anthropophagie), le but est ainsi de tirer les fils de trame du savoir scientifique et de montrer qu'ils ne diffèrent en rien de ceux qui tissent les autres savoirs. Quelques-unes des 1500 entrées : Babylone, Bach, Bachelard, Bacon, bactérie, Bakounine, ballon, Balzac... douleur, Doyle, drogue, droite, drosophile, dualité, Duchamp... jabir ebn Hayyan..., Japon, jardin (botanique, colonial, d'Éden...), Jarry, jésuites... pi, Pic de la Mirandole, pierre philosophale, pile, pilule, Planck, plancton... vampire, Van Gogh, vapeur, Vaucanson, vélo, vérité, Vernadsky, Verne... x, X, X-Files..., yéti, yin yang, ypérite, Young...

Plaquettes

LE CENTRE DE RECHERCHE DE RENNES, 2001, 3 volets R°/V°.



Les premiers laboratoires de recherche agronomique ont été créés, en Bretagne, il y a plus d'un siècle à Quimper (1873), puis à Rennes (1907), à la faveur du développement des activités de l'enseignement supérieur agronomique. L'effort fait par l'Inra pour doter la Bretagne, première région agricole française, d'une recherche agronomique forte et efficace, s'est traduit notamment par la progression du nombre de chercheurs au cours des dix dernières années. Le centre Inra de Rennes compte aujourd'hui 27 unités de recherche et d'expérimentation réparties sur 11 implantations en Bretagne et Basse-Normandie. Cet effectif place le centre au quatrième rang des 21 centres de recherche de l'Inra.

Les activités de recherche du centre, définies dans le cadre de la politique scientifique de l'Inra, sont diversifiées. Le caractère pluridisciplinaire favorise l'insertion du centre dans les problématiques et le développement d'une politique de partenariat scientifique et

économique au plan régional, national et international.

Thématiques
Systèmes de production durables/ Qualité de l'eau/Génome/Qualité des produits/Biodiversité et biologie des populations/Aide à la décision.

Quelques chiffres
362 chercheurs et ingénieurs dont 62 doctorants/420 agents techniques et administratifs/277 stagiaires d'une durée inférieure ou supérieure à 3 mois/une superficie expérimentale de 880 hectares/23 527 m² d'installations expérimentales (halles, serres, tunnels)/33 764 m² de laboratoires et bureaux/68 588 m² d'animaleries, étables et hangars d'exploitation/un budget annuel de 255 millions de F. (masse salariale comprise).

Partenariat
La forte synergie qui existe entre la recherche et les établissements d'enseignement supérieur agronomique de Rennes, ainsi que le dynamisme régional et le soutien des collectivités locales, ont favorisé le développement du centre. Travaillant en partie sur le même site, les chercheurs de l'Inra et les enseignants-chercheurs de l'école nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar) et de l'Institut national supérieur de formation en agroalimentaire (Insfa) tirent profit mutuellement de leurs compétences respectives au sein de laboratoires communs : unités mixtes de recherche (Umr) et unités sous contrat (Usc).
De même, les liens entre le centre et les universités bretonnes et de Basse-Normandie d'une part, les grands organismes de recherches d'autre part (Afssa, Cnrs, Ifremer, Ird, Cemagref, Inserm) sont permanents à travers de nombreuses collaborations scientifiques. Le centre est par ailleurs membre de la conférence des organismes de recherche de Bretagne (Coreb).
Les relations avec les centres de transfert technologique, les organisations professionnelles, les chambres consulaires et les structures de développement sont nombreuses et permettent une large application des résultats de la recherche agronomique en Bretagne. www.rennes.inra.fr

Autre

INRA, RAPPORT D'ACTIVITÉ 2000, Inra mission Communication, 2001, 70 p.
[...] Face aux défis qui s'ouvrent pour ce nouveau siècle, la recherche agronomique a un rôle essentiel à jouer au cœur de notre société. À la fois objet et sujet de la révolution engagée par les sciences du vivant, l'homme tient entre ses mains une part de son propre avenir. Il se situe à la charnière d'un monde qu'il détermine en partie, sur lequel il agit et qui, en retour, conditionne son existence. Sa vie relève du moléculaire et du microscopique. Elle dépend aussi collectivement de son action sur les sociétés humaines et les écosystèmes sur lesquels repose son développement futur.
L'année 2000 est l'année de l'achèvement du processus d'élaboration, de rédaction et de discussion du document d'orientation qui dote l'Inra d'une vision claire et partagée de son devenir et de son projet pour les quatre années à venir. Si nous avons aujourd'hui pris la mesure de ces défis, nous devons ensemble y apporter les réponses les plus appropriées. L'enjeu des transformations qu'il nous faut engager est bien de préparer l'Inra du futur. Il suppose notamment un renouvellement de notre activité de recherche et de nos pratiques, une présence forte au sein de la communauté scientifique européenne et un partenariat repensé avec la société. Notre futur est celui que nous construirons, dans une passion renouvelée pour les sciences du vivant au service de tous. (Extraits de la préface de *Bertrand Hervieu*, président et de *Marion Guillou*, directrice générale).
Sommaire : L'Inra aujourd'hui/panorama/orientations pour 2001-2004/ chiffres clés/ structures.

Base de données

AGRITOX
Pour mieux connaître les produits phytopharmaceutiques
Agritox est une base de données sur les propriétés physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement, les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques autorisées en France.
Elle a été créée par le département de Phytopharmacie et d'Écotoxicologie de l'Inra*.
80% des informations proviennent des dossiers toxicologiques de demande d'homologation déposés par les industriels au niveau français et européen, et 20% sont de source bibliographique.
Les mises à jour ont lieu après chaque séance de la commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires à usage agricole.

* Voir également *Inra mensuel* n°36, mars 1988.

Contenu de la base
Les propriétés des substances actives sont décrites dans les rubriques suivantes :
• identité de la substance : synonymes, famille chimique, activité biologique, acteurs industriels
• propriétés physiques et chimiques
• toxicité aiguë, toxicité à terme, toxicité sur la reproduction et le développement
• comportement dans l'environnement : persistance dans le sol, mobilité, comportement dans les systèmes eau-sédiment
• écotoxicité de la substance active sur la faune et la flore sauvages : effets aigus, effets à terme
• données réglementaires : classement toxicologique, dose journalière acceptable, niveau acceptable d'exposition pour l'opérateur, limite maximale de résidus, dose de référence aiguë.

Comment interroger Agritox ?
Vous pouvez accéder directement à la liste des noms communs des substances actives pour lesquelles une fiche d'information est disponible.
Un guide explicatif donne les définitions des données présentées sur les fiches d'information.

Contacts
Vous pouvez laisser un message aux administrateurs de la base Agritox. La réponse vous est donnée dans les 48 heures : agritox@versailles.inra.fr.
http://www.inra.fr/agritox/ ■

INRA Partenaire

Relations Internationales*

Une coopération franco - néerlandaise

dans le cadre de la construction de l'Espace Européen de la Recherche et de la Formation Supérieure Agronomique

Bertrand Hervieu, président de l'Inra, Philippe Guérin, directeur de l'Ina-pg, au nom de la conférence des directeurs des Grandes Écoles Agronomiques, Agroalimentaires et Vétérinaires, du côté français, et Cees Veerman, président de Wageningen University and Research Center (WUR) côté hollandais, ont signé le 5 juillet 2001 à Wageningen un accord-cadre de coopération dans les domaines de l'agronomie, de l'agro-alimentaire et du développement rural.

L'Inra et le WUR sont les deux institutions de recherche agronomique les plus importantes en Europe par leur budget (560M pour l'Inra, 380M pour le WUR), le nombre de personnes (plus de 10.000 pour l'Inra, 7.000 pour le WUR) et l'étendue de leur domaine de recherche (de la recherche de base en biologie aux sciences sociales, en passant par celles de l'agriculture et de l'aliment). Elles ont également l'ambition de rester dans les 5 premières institutions mondiales et partagent les mêmes priorités : biologie intégrative, relations agriculture-environnement, qualité et sécurité des aliments, sciences sociales, bio-informatique.
Le WUR accueille également 10.000 étudiants, dont un nombre croissant en provenance de pays tiers, ce qui en fait un partenaire majeur pour les grandes écoles françaises.
Ces divers points communs ont conduit les présidents des trois institutions à se rapprocher pour concrétiser à travers cet accord, un des axes de la construction de l'Espace Européen de la Recherche et de la Formation Supérieure Agronomique.
L'accord prévoit que ce rapprochement se fera non seulement au travers de projets communs de recherche, mais aussi par l'échange de personnels et entre équipes scientifiques, l'établissement de réseaux d'excellence et la construction en commun d'écoles doctorales destinées à former les cadres scientifiques européens de demain.
D'ores et déjà 2 programmes conduits conjointement entre l'Inra et le WUR donnent réalité à cet accord : l'un porte sur "la porcherie verte"**, l'autre sur la multifonctionnalité de l'agriculture.
(D'après le communiqué de presse du 10 juillet 2001).

L'Inra assurera bientôt la présidence d'Euragri

Euragri est né en 1988 d'une initiative hollandaise soutenue par des organismes tels que l'Inra visant à établir une association des responsables de la recherche agronomique européenne, qu'ils proviennent d'institutions de recherche, d'agences d'objectifs telles que les Conseils nordiques ou encore de services ministériels comme la DGER. Son siège se situe à Wageningen (Pays-Bas) et son secrétaire général est Fons Werrij, ancien directeur des Relations internationales du WUR (Wageningen University and Research Centre). L'objectif d'Euragri est d'une part de servir de forum permettant un échange d'informations sur l'évolution de la recherche agronomique dans les divers pays européens et un débat sur les grands problèmes du moment, et d'autre part de jouer le rôle de représentant de cette communauté scientifique auprès de la Commission européenne.

Le premier aspect se fait au cours d'une conférence organisée annuellement par Euragri et le second se concrétise par des initiatives proposées par ses membres et mise en œuvre par Euragri.
C'est ainsi que l'an dernier, Euragri a repris à son compte la proposition de l'Inra d'une rencontre de l'ensemble des membres avec le Commissaire Busquin ou participé à l'organisation et à l'animation de la conférence de Versailles (voir le site Mri). Cette année, Euragri devrait organiser une seconde table ronde avec le Commissaire Busquin, et convoquer une conférence citoyenne sur l'avenir de la recherche agronomique européenne face aux attentes de la société.
Euragri cherche aussi à se rapprocher de la recherche de base en envisageant des activités communes avec l'ESF (European Science Foundation) qui regroupe les grands organismes européens de recherche, et dont fait aussi partie l'Inra depuis le début de 2001.
La conférence a été organisée cette année en mai par Carlos Amaral, président de l'Inia du Portugal qui assure depuis l'an dernier la présidence d'Euragri, et qui passera à la fin de cette conférence le flambeau au président de l'Inra. En 2002, la conférence annuelle aura donc lieu en France ; le site proposé par l'Inra est celui d'Antibes, situé à proximité d'un aéroport international relié à toutes les capitales européennes.
Cette présidence est importante, car elle se situe au moment de la finalisation du 6ème Pcrdt et de l'émergence de l'Espace Européen de la Recherche, auquel est attaché l'Inra. Elle doit aussi assurer la préparation de la 3ème conférence européenne de la Recherche Agronomique, qui fait suite à Strasbourg (1996) et Wageningen (1999) et se tiendra à Athènes en 2002.

Mission de l'Inra en Chine

La mission de l'Inra qui s'est rendue en Chine du 22 au 31 juillet s'est penchée sur le développement des coopérations entre l'Inra et les partenaires chinois dans le domaine des relations entre agriculture et environnement. Dans ce but, des réunions de travail ont été organisées avec les universités de Hong-Kong, Shanghai et Yangling, ainsi qu'avec des centres de recherche et des entreprises privées.
Il apparaît que la Chine se trouve dans une évolution sensible par rapport

* Voir le site de la Mission des Relations internationales à propos des relations de l'Inra avec la Chine, le Vietnam : http://www.inra.fr/Internet/Directions/DRI/html

** Voir le texte développé plus loin.

Femmes chinoises en dévotion.



Photo : A. Cadic

aux questions d'environnement liées à l'intensification des productions agricoles tant sur les côtes (porc, aquaculture, cultures maraîchères) que dans les plaines de l'ouest (maïs), offrant un terrain de coopération intéressant du fait de l'échelle des problèmes. Une réflexion plus approfondie sur les sujets et les modalités de coopération possibles a été entamée au retour de cette mission, afin de proposer aux partenaires chinois une problématique scientifique commune.

Mission de l'Inra au Vietnam

Une mission de l'Inra conduite par Philippe Lacombe, directeur scientifique SED, accompagné de François Casabianca (Sad), Fabrice Dreyfus (Sad), Jean-Paul Renard (PA), Philippe Ferlin et René Lesel (Mri) s'est rendue au Vietnam du 15 au 21 juillet 2001. Cette mission avait pour but d'une part de faire le point sur des coopérations en cours en particulier sur les thèmes "Systèmes agraires et développement" et "Génétique animale", et d'autre part d'identifier des priorités nouvelles en matières de thèmes ou de modalités. Un des points abordés porte sur la formation, tant par l'accueil des jeunes thésards que par la remise à niveau des chercheurs confirmés. La mission a aussi eu des réunions de travail avec les équipes du Cirad sur place pour envisager des collaborations au Vietnam. Enfin, le principe d'un accord-cadre, qui devrait être signé à la fin de cette année, a été discuté avec le Centre National pour les Sciences naturelles et la Technologie.

Séminaire franco-syrien

Le séminaire franco-syrien sur la recherche et la formation agronomique s'est tenu à Damas les 2, 3 et 4 septembre 2001. Il a été ouvert par le Premier ministre syrien accompagné de 7 de ses ministres, l'Ambassade de France et Paul Vialle, représentant du ministère de l'Agriculture français. Du côté français, participaient des représentants de l'Inra, de l'Ird et de l'Iam de Montpellier. Du côté syrien, l'ensemble des facultés agronomiques, des centres de recherche du ministère de l'Agriculture et des instituts de recherche (Centre de l'Énergie Atomique, Icarda, Acsad, ...) étaient présents.
Le séminaire a permis d'identifier 3 thèmes prioritaires (agriculture et environnement, sécurité et qualité des aliments, gestion de l'eau) qui pourront donner lieu dès 2002 à des projets conjoints, ainsi que 3 autres thèmes en émergence qui seront approfondis.
Un projet d'accord-cadre a été bâti entre l'Inra représentant de la communauté scientifique française dans le domaine agronomique et le ministère de l'Enseignement supérieur syrien, représentant l'ensemble des organismes syriens. Cet accord, qui concrétise une volonté commune des deux gouvernements exprimée lors de la visite du Président syrien à Paris en juin dernier, a reçu le soutien du ministère des Affaires étrangères représenté par l'Ambassade de France à Damas.

Communauté scientifique

Les comités régionaux d'éthique en expérimentation animale

Le Cnrs, l'Inserm, le Cea et l'Inra, sous l'égide du ministère de la Recherche, ont décidé de mettre en place des **comités régionaux d'éthique en matière d'expérimentation animale**. Ceux-ci ont pour objectif de répondre aux interrogations des chercheurs et aux attentes morales de la société dans ce domaine. Ils s'inscrivent dans les principes énoncés dans une charte à laquelle ont adhéré les directions de ces organismes (voir le texte en encart). La répartition territoriale des comités ci-après, qui est appelée à évoluer, couvre tout le territoire afin de réduire le plus possible les délais de réponse après saisine.

Ces comités ont pour mission d'aider les expérimentateurs dans leurs réflexions éthiques et dans la mise en œuvre des bonnes pratiques de l'expérimentation animale. Ils peuvent être saisis de questions concernant toutes les expérimentations portant sur des animaux d'espèces domestiques (de laboratoire, de ferme) ou sauvages. Les animaux de ces dernières espèces sont l'objet de réglementations additionnelles. Ces comités peuvent être également un lieu d'échanges sur des questions d'ordre général touchant à l'éthique. Ils ne se substituent en aucune façon aux Directions des Services Vétérinaires qui restent seules responsables du contrôle de l'application de la réglementation. Il faut noter que les chercheurs restent personnellement responsables de la mise en œuvre de la réglementation.

Ces comités ne répondent qu'à des saisines émanant pour l'essentiel des expérimentateurs. Cette saisine ne peut, pour des raisons évidentes, intervenir *a posteriori*. Il serait donc important que, avant de lancer une nouvelle série expérimentale, les chercheurs

Charte pour une Éthique de l'expérimentation animale

Article 1 : de la nécessité de l'expérimentation animale
Les nécessités de la recherche biologique, médicale ou vétérinaire et les limites actuelles des méthodes alternatives, rendent incontournable le recours à l'expérimentation animale pour faire progresser les connaissances, améliorer le diagnostic et le traitement des maladies, et d'une manière générale préserver la santé.

Article 2 : de la sensibilité et de la souffrance chez les animaux
Les animaux sont des êtres sensibles et pourvus de capacités cognitives et émotionnelles. Ils sont capables de souffrir. L'expérimentateur a le devoir de s'assurer que leur santé et leur bien-être ne sont pas inutilement menacés. La prévention de toute souffrance inutile sera son premier souci.

Article 3: de la qualification de l'expérimentateur
Les connaissances scientifiques et techniques sont en progression constante. L'expérimentateur doit veiller à entretenir et étendre ses propres compétences et celles de ses collaborateurs. Il doit être à même de garantir la mise en œuvre des techniques les mieux adaptées à la réalisation de ses objectifs scientifiques dans le respect des besoins physiologiques et comportementaux des espèces animales utilisées.

Article 4 : de la responsabilité de l'expérimentateur
Expérimenter sur des animaux est un acte de responsabilité. L'expérimentateur s'engage à se conformer en tous points aux exigences légales et réglementaires en vigueur. L'expérimentateur a aussi une responsabilité morale vis-à-vis des animaux qu'il utilise à des fins scientifiques. Il lui appartient donc de tout mettre en œuvre pour fonder l'éthique de sa démarche, notamment quant à la légitimité de l'objet de la recherche et à la pertinence des méthodes envisagées pour la conduire, et pour s'assurer d'une probabilité raisonnable que ses études conduisent à l'acquisition de connaissances nouvelles.

Article 5 : de l'utilité d'une délibération éthique
L'expérimentateur ne peut être seul juge de la légitimité éthique de ses propres travaux lorsqu'ils mettent en cause ses rapports avec des êtres vivants. La communauté scientifique dans son ensemble éprouve également le besoin d'enrichir sa réflexion sur ce qui est tolérable et ce qui ne l'est pas, appelant ainsi la création de comités d'éthique spécifiques.

Article 6 : du rôle des Comités d'éthique en expérimentation animale
Ces comités apprécient la compatibilité entre les protocoles expérimentaux proposés et les principes éthiques, afin d'aider l'expérimentateur dans sa démarche lorsque le recours à l'animal s'impose. Ils ont pour objet de constituer une garantie complémentaire, pour la société dans son ensemble, du respect de la vie animale et du bien fondé de la demande scientifique.

Comités régionaux d'éthique en expérimentation animale auxquels l'Inra participe (le ministère de la Recherche a demandé aux délégations régionales du Cnrs de coordonner la mise en place des comités régionaux d'éthique en expérimentation animale)

Implantation des délégations régionales du Cnrs	Centres Inra
Orsay	Versailles-Grignon, Jouy-en-Josas
Pasteur	Paris
Lille	Lille
Orléans	Orléans et Tours
Clermont-Ferrand	Clermont-Ferrand-Theix-Lyon, Dijon
Rennes	Rennes
Nantes	Nantes et Angers
Strasbourg	Nancy, Colmar
Marseille	Avignon
Nice	Antibes
Montpellier	Montpellier, Corse*, Antilles-Guyane*
Toulouse	Toulouse
Bordeaux	Bordeaux et Poitou-Charente

* à valider par les intéressés

analysent d'un point de vue éthique leur nouveau projet et éventuellement ses divers protocoles. Nous attirons l'attention sur le fait que diverses revues internationales exigent l'avis de tels comités avant d'accepter la publication de certains articles scientifiques. Il en est de même pour l'obtention de crédits émanant de l'Europe ou d'autres sources de financement.


Photo : R. Ducluzeau

◄ Élevage de porcs axéniques.

Agriculture

Loi d'orientation sur la forêt*

De nouveaux moyens au service de la gestion durable

Très constructives, les discussions ont été marquées par une volonté commune de bâtir un cadre législatif stratégique pour la gestion durable de la forêt française.

Héritière d'une longue histoire juridique, la législation forestière française est en effet le reflet de siècles d'interactions entre l'homme et le patrimoine naturel.

Aujourd'hui, les frontières de notre environnement écologique, économique et social s'étendent à l'ensemble de la planète. La forêt, qui incarne le long terme et le cycle des générations, peut apparaître anachronique et fragile, dans un monde dominé par le court terme. Elle recèle pourtant des atouts et porte en elle des valeurs qui sont indispensables pour l'équilibre de notre société actuelle et future. Le travail législatif, qui s'inscrit dans la durée, trouve en ce domaine une dimension renforcée : c'est aujourd'hui que nous bâtissons les forêts, le cadre de vie et les matériaux de nos arrière petits-enfants.

* Adoptée à l'unanimité les 26 et 27 juin 2001 par le Sénat (rapporteur : Philippe François), par l'Assemblée Nationale (rapporteur : François Brottes), publiée au J.O. le 11 juillet 2001. (Les dossiers techniques du ministre - n°13).

Voir dans le n°110 p.31 la lettre de mission à François Houllier, nouveau chef de département Forêt et Milieux naturels. Voir également le rapport Yves Birot et Alain Franc au Conseil scientifique de l'Inra les 19 et 20 décembre 2000 et la "Prospective : la forêt, sa filière et leurs liens au territoire" (1998, coll. Dic, 390 p.) par la Dadp.

Trois objectifs majeurs

La loi française se positionne avec ce texte dans l'environnement juridique international, en pleine évolution : l'après Sommet de la Terre de Rio, avec les conventions des Nations Unies sur la biodiversité, les changements climatiques... et la nécessité de relier le droit français à un droit international de l'environnement émergeant, d'inspiration anglo-saxonne.

La loi s'y donne également les moyens de rapports rénovés entre forêt et société, avec une ouverture accrue à la société, dont les demandes, explicites ou implicites, sont de plus en plus complexes : fonctions économiques, fonctions environnementales et fonctions sociales.

La loi crée enfin un cadre favorable à la valorisation de l'atout économique que constitue, en France, un patrimoine forestier en croissance continue depuis plusieurs dizaines d'années.

Une dynamique renouvelée pour la politique forestière

La dernière loi sur la forêt date de 1985. La présente loi s'inscrit dans une volonté de réforme et de dialogue renouvelé entre tous les acteurs et partenaires de la politique forestière qui s'est traduite ces dernières années :

• par l'adhésion aux constats et aux recommandations du rapport de Jean-Louis Bianco "La forêt, une chance pour la France" (1998), portant notamment sur la promotion de la gestion durable multifonctionnelle des forêts, le renforcement de la compétitivité économique de la filière forêt-bois, la consolidation des emplois actuels et la création de nouveaux emplois, essentiellement dans le monde rural

• par la négociation d'une stratégie forestière nationale pour quinze ans qui apporte une vision prospective à long terme, issue d'une très large concertation, associant les acteurs économiques, de nombreux partenaires institutionnels et les représentants associatifs œuvrant dans l'aménagement du territoire, le cadre de vie, le tourisme et les loisirs et la protection de l'environnement

• par la réforme des financements forestiers, à travers la budgétisation en loi de finances 2000 des dépenses du Fonds forestier national antérieurement assumées par un prélèvement sur la filière économique au titre d'une taxe parafiscale.

La loi comporte
5 grands titres :

• "Développer une politique de gestion durable et multifonctionnelle"

• "Favoriser le développement et la compétitivité de la filière forêt-bois"

• "Inscrire la politique forestière dans la gestion des territoires"

• "Renforcer la protection des écosystèmes forestiers ou naturels"

• "Mieux organiser les institutions et les professions relatives à la forêt".

Les cinq points forts de la loi (voir leur développement sur le site web)

• *Inscrire la gestion des forêts françaises, héritage d'une longue histoire, dans le cadre international de gestion durable des forêts,* et notamment le cadre des conférences ministérielles du processus pan-européen d'Helsinki sur la protection et la valorisation des forêts en Europe.

• *Répondre aux nouvelles attentes de la société vis-à-vis des forêts : cadre de vie, accueil et loisirs, environnement, protection de l'air et de l'eau, production et utilisation d'écomatériaux à base de bois,* notamment :

- la vocation multifonctionnelle de la forêt
- une meilleure protection de la forêt contre les menaces de dégradation est recherchée (et notamment les incendies, pour lesquels la lutte prend mieux en compte les interfaces entre zones urbaines et zones rurales), tout en clarifiant les responsabilités et le rôle des différents intervenants en matière de débroussaillement
- les règles en matière de défrichement pourront dorénavant être modulées en fonction des enjeux locaux
- les avantages fiscaux existants (exonération temporaire de TFNB) sont étendus à des techniques de gestion basées sur la régénération naturelle, favorisant ainsi la diversité des peuplements forestiers
- les directives et schémas régionaux, ainsi que les documents d'aménagement des forêts publiques deviennent consultables par le public
- l'objectif de recherche d'un équilibre entre la forêt et le gibier qui permette la régénération des peuplements forestiers dans des conditions économiques satisfaisantes pour le propriétaire est affirmé...

• *Éviter le morcellement et favoriser le regroupement de la propriété forestière.* Des mesures précises sont proposées concernant la dation, les droits fixes, la transmission du patrimoine, les enfrichements, l'aménagement foncier, l'encouragement fiscal à l'investissement...

• *Confirmer l'importance économique de la forêt avec la production d'une ressource renouvelable - le bois - créatrice de valeur ajoutée et d'emploi.* De nouveaux degrés de liberté permettront aux acteurs de la filière de s'adapter à un marché mondial très concurrentiel :

- des facilités sont mises en place pour développer la solidarité de filière et structurer les organisations interprofessionnelles, assorties d'un cadrage du processus d'écocertification de la gestion durable
- les relations commerciales entre l'Office national des forêts et ses clients sont assouplies, pour augmenter la sécurité et la fluidité des approvisionnements des entreprises
- le texte comporte des dispositions en faveur de l'élévation de la qualification professionnelle, qualification qui peut également résulter d'une expérience validée, en vue de l'amélioration des conditions de sécurité, la lutte contre le travail dissimulé, de la stabilité des entreprises et du développement des emplois en milieu rural
- des négociations seront ouvertes en vue d'une cessation anticipée d'activité à partir de 55 ans pour les salariés réalisant des travaux de récolte de bois
- des appellations d'origine contrôlée (AOC) sur le bois pourront être développées
- les entreprises de première transformation du bois pourront bénéficier d'un amortissement accéléré pour leur matériel
- la formule des groupements d'employeurs est adaptée, avec notamment une possibilité d'entrée des communes forestières de moins de 10 000 habitants.

• *Engager les acteurs de la filière forêt-bois à structurer ensemble, et avec leurs partenaires d'autres secteurs, des projets intégrés dans le développement local et la gestion des territoires.*

- Les actions de développement forestier sont mises en cohérence avec les objectifs de gestion durable multifonctionnelle, en vue d'une meilleure articulation entre les Centres régionaux de la propriété forestière, les Chambres d'agriculture et l'ONF.

Hêtraie, forêt de Haye.



Photo : M. Pitsch

- Deux structures nationales de la forêt privée (la commission nationale de la propriété forestière et l'association nationale des centres régionaux de la propriété forestière) sont regroupées dans un établissement public nouveau.
- Un Conseil national de l'expertise foncière, agricole et forestière est créé.

Le projet comporte également...

• Un renforcement de la police forestière, notamment en matière de contrôle des coupes et d'infractions aux principes de gestion durable.

• Y figurent enfin de nombreuses dispositions de "toilettage" et de mise en cohérence du Code forestier avec notamment le souci de supprimer quasiment autant d'articles devenus obsolètes que d'articles nouveaux créés.

Par ailleurs, le gouvernement devra remettre au Parlement postérieurement à la publication de la loi des rapports concernant respectivement :
- la pénibilité des métiers du travail forestier et ses conséquences en matière de retraite
- les obstacles juridiques à l'utilisation du bois comme matière première ou source d'énergie
- le bilan des intempéries et des propositions en matière d'assurance "chablis", étant entendu que le lien entre l'assurance incendie et l'assurance dommages n'existe plus.

(D'après le site du ministère de l'Agriculture et de la Pêche : http://www.agriculture.gouv.fr/)

Agriculture et agro-alimentaire

Porcherie verte

Un programme de recherches pour relever un défi majeur : préserver l'environnement des zones de production

Le constat des contraires

Des **gains de productivité** importants depuis 1980 (60cts par kg et par an) avec un retour faible (environ 3cts) à l'éleveur.

Une teneur en nitrates des eaux des nappes phréatiques bretonnes multipliée par 10 en 25 ans.

Une image négative de la production porcine au sortir de l'exploitation mais une image plutôt positive chez les consommateurs des produits transformés (70% de la production française) **d'où une industrie de transformation souvent délocalisée** à l'extérieur des zones de production pour éviter une confusion.

Le porc, la viande la plus consommée par les Français (37,3 kg/habitant/an en 1999) mais des **régions entières qui n'acceptent plus l'installation d'une nouvelle exploitation** par crainte des odeurs, de la pollution des eaux et du sol.

Le cadre du challenge

Dans un marché mondial en croissance continue mais étroit, concentré et exigeant une production de qualité à des coûts de plus en plus bas, les producteurs de porcs sont confrontés par la société française et européenne à des défis nouveaux et majeurs :
- respecter le bien-être de l'animal
- donner toutes les garanties de sécurité
- et préserver la qualité de l'environnement de l'exploitation.

L'avenir de ce secteur et donc l'autosuffisance de la France pour cette production, dépendent de la capacité de la profession à rester compétitive face à la concurrence internationale tout en répondant à des attentes très fortes de la société française.



Photo : Ch. Maître

De gauche à droite :
Marion Guillou,
Christophe Chassande,
Jean Glavany.

Le programme de recherches a été présenté le 3 octobre 2001 à l'Inra en présence de Jean Glavany, ministre de l'Agriculture et de la Pêche et de Christophe Chassande, représentant le ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Ils ont été accueillis par Bertrand Hervieu et Marion Guillou.

Le Conseil stratégique du GIS s'est réuni pour la première fois ce même jour et a notamment procédé à l'élection de son Président. C'est **Jean Boiffin**, directeur scientifique à l'Inra, qui a été élu par les représentants des 17 partenaires de ce programme.

Plusieurs acteurs de la filière se sont mobilisés pour relever un de ces défis - préserver l'environnement - et pour transformer les ruptures qu'il laisse présager, en autant d'opportunités de valorisation et de développement de nouveaux marchés.

La mobilisation d'une filière

Sur une proposition de l'Inra, seize acteurs ont rassemblé leurs ressources et leurs compétences pour mettre au point des systèmes de production porcine diversifiés et compétitifs, satisfaisant un haut niveau d'exigences quant au respect de l'environnement. Ils se sont structurés dans le cadre d'un Groupement d'Intérêt Scientifique : le GIS **Porcherie verte**.

Ce sont :

• **les institutions représentatives des principaux décideurs politiques** : les ministères en charge de l'Agriculture (Derf, Dpei), de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (direction de l'Eau), les agences d'objectifs : l'agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (Ademe), les Offices publics : l'Office national interprofessionnel des viandes, de l'élevage et de l'aviculture (Ofival)

• **les représentants de la profession** : la Chambre régionale d'Agriculture de Bretagne, la Fédération nationale porcine (Fnp), la Fédération nationale des Coopérations bétail et viande (Fncbv), ou des firmes ou groupes de producteurs d'aliments du bétail : firmes d'aliment du bétail (Uncaa), l'Association pour le développement agro-environnemental du sud-ouest et de la vallée de l'Adour (Adaeso)

• **les garants des objectifs environnementaux** : "Réseau Agriculture Durable" et "Eaux et Rivières de Bretagne"

• **les organismes de recherche publique** : le Cemagref, l'Inra, l'École nationale supérieure d'agronomie de Rennes **et les instituts techniques** : l'Institut technique des céréales et des fourrages (Itcf), l'Institut technique du porc (Itp).

Un objectif : proposer des systèmes de production porcine "Propre"

Plusieurs voies seront explorées pour fournir des réponses adaptées aux différentes zones de production et à différents types de producteurs : une production encore intensive mais dans laquelle tous les effluents sont traités et dont l'absence d'impact sur l'environnement est vérifié ou bien un maillage de producteurs de dimension moyenne travaillant dans un schéma d'agriculture durable liée au territoire.

Porcherie verte est un **programme** pluridisciplinaire et multi-échelle. Il prend en compte la préservation de l'environnement, la viabilité économique de l'activité d'élevage et la qualité et le prix de vente du produit final.

Porcherie verte est organisé en **cinq axes de recherches**, le dernier constituant l'ossature du programme. Pour maximiser la synergie entre des équipes d'origines très diverses et de disciplines allant de l'économie à la nutrition en passant par les sciences de l'environnement, l'activité de chacun des cinq groupes est coordonnée par un bureau où toute cette diversité est représentée et qui échange régulièrement.

Les objectifs des **cinq axes de recherches** sont les suivants :

• l'axe **Méthodes** : mettre au point une base de tests et de méthodes de références, commune à l'ensemble du programme, pour évaluer les systèmes d'élevage conventionnels et alternatifs

• l'axe **Contexte** : identifier les contraintes économiques liées à la prise en compte de l'impact environnemental pour les anticiper et les transformer en opportunités de développement

• l'axe **Conduite d'élevage** : concevoir des schémas de conduites d'élevage supprimant les nuisances olfactives et maîtrisant les éléments à risques, à l'échelle de l'élevage et de l'animal

• l'axe **Gestion des effluents** : caractériser l'impact environnemental de la filière au niveau du bâtiment, du stockage et du traitement des effluents et du système sol-plante soumis aux apports d'effluents ; proposer des possibilités techniques de maîtrise des risques correspondant à des temps de réponse et à des systèmes différents

• l'axe **Systèmes de production** : réaliser une évaluation globale des systèmes-types de production et élaborer un modèle de portée générale permettant de caractériser un système de production porcine dans ses dimensions économiques, environnementales et sociétales.

Des moyens importants mis en œuvre

La participation au programme **Porcherie verte** est ouverte à l'ensemble des organisations concernées par l'évolution et la réglementation de la filière porcine - de l'alimentation animale aux consommateurs - directement en participant aux actions de recherches et/ou en contribuant au financement des surcoûts de recherches.

Le budget total du programme est de 12,7 millions d'Euros (83,6 MF HT), salaires inclus. Il mobilisera 30 équivalents temps plein chercheurs-ingénieurs pendant 4 ans.

Une partie de ces moyens provienent d'une affectation à ce programme de ressources humaines, matérielles et financières déjà présentes au sein des organismes de recherches et de développement. Le financement additionnel qui est de 2,3 millions d'Euros (14,9 MF HT) provient de crédits exceptionnels attribués par les ministères, les agences d'objectifs et des arbitrages nouveaux des organismes de recherches.

Un programme de recherches finalisées

Porcherie verte est un programme dont les étapes d'avancement sont définies aussi précisément que possible. Ses résultats doivent permettre d'établir une relation de la production porcine au territoire plus respectueuse de l'environnement et de conforter la place de la filière française sur les marchés national et international, auprès de consommateurs soucieux de qualité de l'alimentation et de préservation de l'environnement.

Pascaline Garnot,
Adjointe du directeur scientifique "Animal et Produits animaux, Paris. ■

Travailler à l'INRA

Nominations

Direction générale

MISSION RELATIONS INTERNATIONALES (MRI)

Le développement de l'activité internationale de l'Inra s'est traduit à l'occasion de la réforme des Directions d'appui à la recherche par la double mission confiée à la Mri d'assurer l'aspect institutionnel de ce développement et d'appuyer les départements et les unités dans leur action internationale. Cette décision a fait apparaître la nécessité d'une part, de faire évoluer les méthodes d'action et les produits délivrés par la MRI et d'autre part, d'améliorer la coordination et la communication entre la Mri et les scientifiques.

Cette évolution passe aussi par un renforcement professionnel du personnel de la Mri, ce qui a conduit à nommer auprès du directeur des Relations Internationales chargé de la Mri, un secrétaire général qui aura pour tâche de le seconder dans sa mission.

Roberto Bacilieri a pris son poste depuis le 1er mai 2001, est un scientifique né en 1959 à Ferrare qui a effectué ses études à l'université de Florence (maîtrise et diplôme d'expert forestier), puis à l'université de Montpellier où il a obtenu son doctorat en biologie des populations et écologie. À cette occasion, Roberto Bacilieri a connu l'Inra, puisqu'il a effectué son stage doctoral de 1990 à 1994 dans le laboratoire d'Antoine Kremer à Pierroton. Il a également une bonne connaissance du Cirad où il a été en poste de 1995 à 2000, en Malaisie.

Au sein de la Mri, Roberto Bacilieri sera plus spécialement chargé de la modernisation des outils de suivi, d'information et de communication en interne (unités de recherche et départements scientifiques) et en externe, du suivi au siège des activités en Méditerranée menée par l'antenne Mri de Montpellier (Michel Ribard) et des aspects budgétaires et financiers (en relation avec Jean-Louis Multon). Il sera amené également à suivre des dossiers transversaux, comme la préparation des rapports annuels ou les échanges de scientifiques et de boursiers.


Photo : Ch. Maître

Entretien quotidien des installations d'élevage. Domaine expérimental mixte Inra-Ifremer de Sizun.

DÉONTOLOGIE DU CHERCHEUR À L'INRA : "LES BONNES PRATIQUES DE LA RECHERCHE"

Comme cela avait été annoncé dans le document d'orientation 2001-2004, une mission portant sur la déontologie du chercheur et l'intégrité scientifique est mise en place. **Guy Paillotin** et **Pierre Le Neindre** sont rapporteurs de ce dossier. Cette démarche déontologique doit être formalisée, transparente, évolutive, mobilisatrice, impliquant tous les métiers et tous les échelons décisionnels de l'Inra. L'exercice de nos métiers individuellement et collectivement, la gestion des contrats et des relations avec nos partenaires publics et privés, l'expertise sous toutes ses formes, la valorisation, l'enseignement et la communication, sont autant de sujets qui interrogent chacun au sein de l'Inra et l'Institut lui-même.

L'objectif de la mission est d'expliciter ces questions et de proposer des règles pour y répondre. Un comité constitué à cet effet préparera un premier document. Celui-ci sera ensuite proposé à différentes instances scientifiques et paritaires de l'Institut. Le document final, validé par la direction, sera diffusé auprès des agents de l'Inra par différents canaux afin d'enrichir les débats actuels sur ces questions.

Direction de l'Innovation et des Systèmes d'Information (Disi)

Gérard Jacquin, directeur de la Disi, a pris ses fonctions le 2 juillet 2001. Il vient du Cemagref où il était directeur du Développement et de l'Innovation, après avoir été chef du département Équipements agricoles et alimentaires puis directeur des Programmes. Il était précédemment directeur général du secteur Santé Biologie à la Compagnie Générale des Eaux.

ÉDITIONS INRA

Jeannine Hommel qui dirigeait les Éditions à Versailles a rejoint la mission Communication depuis le 18 juin 2001. C'est **Claudine Geynet** qui la remplace depuis le 1er juillet 2001.

Centres

RENNES

Gérard Maisse, ancien directeur du Scribe, est nommé adjoint au président de centre de Rennes. Il succède à **René Toullec** qui part en retraite.

Retraités

Si vous désirez continuer à recevoir "Inra mensuel" après votre départ à la retraite, bien évidemment à titre gratuit, faites-le nous savoir en indiquant à nouveau votre adresse même si celle-ci n'a pas changé.

INRA mensuel
147, rue de l'Université
75338 Paris cedex 07

ORLÉANS

À compter du 10 septembre 2001 et pour une durée de quatre ans, **Jacky Robert**, directeur territorial en détachement, est nommé secrétaire général du centre d'Orléans.

TOURS

À compter du 10 septembre 2001 et pour une durée de quatre ans, **Dominique Mitteault** est nommé secrétaire général du centre de Tours.

Vie des centres

Toulouse,

l'explosion du 21 septembre

Le 21 septembre 2001, l'explosion d'un stock de nitrate d'ammonium de l'usine agrochimique AZF, a ravagé la ville de Toulouse. On compte à ce jour 29 morts, et plusieurs milliers de blessés. Le souffle de l'explosion a détruit de nombreux logements*, de nombreuses entreprises*, écoles, collèges et lycées et a touché gravement des établissements d'enseignement supérieur et des laboratoires des organismes de recherche (École de Génie Chimique, universités toulousaines, ...)

À l'Inra

Sur les sites d'Auzeville et de Saint-Martin du Touch, c'est l'onde de choc qui a été le plus vivement ressentie - n'occasionnant que peu de dégâts matériels et pas de victimes parmi les agents Inra. Sur d'autres sites, les dégâts matériels sont plus importants (Insa, École Vétérinaire, Université des Sciences Sociales, ...).

Les premiers moments de cette explosion ont jeté le trouble parmi les agents du centre ; le manque d'informations fiables quant à la nature et l'origine de l'explosion et les risques encourus, la saturation des réseaux téléphoniques ont augmenté ce désarroi**.

Dans un premier temps, il a fallu limiter les déplacements et respecter les consignes de confinement.

Quelques semaines après, tous les habitants de l'agglomération toulousaine au sens large sont toujours sous le choc. Pour chacun d'entre nous les conséquences sont différentes, selon notre proximité des victimes. Et il y a un point commun : nous sommes tous affectés psychologiquement, et tous concernés par tout ce que nous avons à faire en urgence, que ce soit dans le cadre professionnel ou personnel. D'autre part, nous sommes tous préoccupés par les questions de fond soulevées par cette explosion. Pour tous ceux qui vivent dans l'agglomération toulousaine, il y a désormais un "après le 21 septembre 2001" : c'est pour nous une nouvelle période.

Plusieurs lettres internes du centre ont été consacrées à cet événement, proposant des actions d'une part dans le cadre professionnel, d'autre part dans le cadre citoyen et associatif en solidarité envers la population toulousaine, en particulier pour faire face aux urgences.

Par ailleurs, nous avons reçu de nombreux messages de solidarité et de compassion, dont ceux de Bertrand Hervieu, de Marion Guillou et des présidents de centres Inra.

Cet élan de solidarité national est précieux pour nous tous en ces moments difficiles.

Hervé Ossard
et Jean-Louis Charpenteau,
Président de Centre et Président Adjoint

* 11.000 familles sans logement, 442 entreprises sinistrées dont 50 anéanties, touchant près de 9000 salariés.

** Sans oublier les soupçons d'attentat (relayés par certains médias) dix jours après ceux du 11 septembre aux États-Unis.



Photo : G. Cattiau

Quand la nature contrarie la recherche

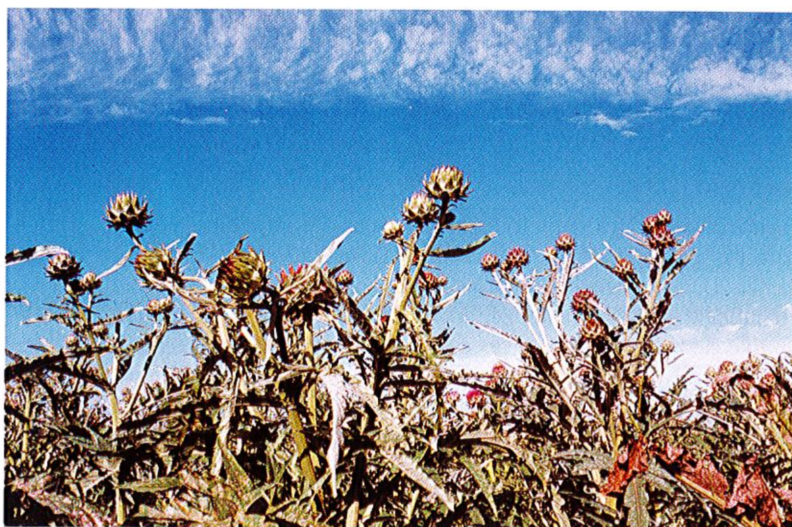
au centre de Rennes

Avec les beaux jours, on oublie parfois que notre région a souffert ces dernières années des caprices de la météo : tempête en 1999, pluviométrie hors normes en 2000 et 2001. Ces aléas climatiques ne sont pas sans conséquences sur le fonctionnement des unités et la mise en place des expérimentations. Exemples à l'appui...

La pointe de la Bretagne est naturellement ventée et les installations de l'unité expérimentale des plantes maraîchères de Plougoulm résistent généralement sans trop de problèmes à des vents de 120 km/heure. Mais quand le sémaphore de l'île de Batz enregistre des pointes à 160 km/ heure, comme ce fut le cas dans la nuit du 24 au 25 décembre 1999, les installations subissent quelques dégâts. Le tiers des 8 500 m² de tunnels plastiques a été ainsi détruit entraînant des dommages irrémédiables sur du matériel génétique. Au niveau pluviométrie, elle se situe généralement dans cette zone légumière du Léon aux environs de 850 mm/ an. Depuis 3 ans, elle varie entre 1110 et 1200 mm (1125 mm l'hiver dernier entre septembre et avril). Dans ces conditions, la réalisation des travaux de saison est très difficile : destruction de choux-fleurs et d'artichauts dans les zones en "cuvette", récolte sur des sols détrempés, retard dans la mise en place des expérimentations. Les conséquences sont fâcheuses. La structure du sol étant largement perturbée, le comportement de certaines plantes n'est pas toujours conforme aux résultats habituels.

Un scénario que l'on retrouve aussi dans le bassin rennais : des essais qui n'ont pas été réalisés ou des essais mis en place mais qui ne pourront être retenus car trop hétérogènes, des hectares de blé, lupin et féverole affectés par les pluies, des prairies expérimentales qui n'ont pu être ensemencées.

Au Pin-au-Haras, les intempéries de Noël ont provoqué de nombreux dégâts matériels - clôtures et câbles arrachés, bâtiment agricole détérioré, consécutifs à la chute d'arbres centenaires.


Photo : R. Canta

Champ d'artichauts à Plougoulm.

Des conditions climatiques qui complexifient le travail du personnel en lui imposant une adaptation permanente. (D'après INfoRAma - journal du centre de Rennes, n°15/mai-juin-juillet 2001).

Formation permanente

ÉCOLE-CHERCHEURS : Évaluation et conception de systèmes de culture

Première partie : 19-23 novembre 2001, VTF, Les Hautannes, Saint-Germain au Mont d'Or (69).

Seconde partie : du 13 au 17 mai ou du 27 au 31 mai 2002, dates et lieu à préciser.

Contexte et enjeux

Quittant la sphère privée de l'agriculteur, les pratiques culturales font aujourd'hui l'objet de cahiers des charges, de réglementations et de débats publics. L'agronome spécialiste des systèmes de culture voit se diversifier ses interlocuteurs et les questions qui lui sont posées : il s'agit maintenant pour lui, non seulement d'aider les agriculteurs à améliorer leur marge et à gérer la fertilité de leur parcelle, mais aussi de contribuer à gérer les ressources naturelles, préserver l'environnement, améliorer la qualité, la typicité, la traçabilité de produits agricoles, aider à l'organisation des premières étapes des filières et éclairer la décision publique.

Les recherches dans le domaine des systèmes de culture doivent dans ce cadre aborder deux grandes thématiques :

• l'évaluation de la durabilité des systèmes de culture actuels, qui impose de travailler à la mise au point d'outils de diagnostic, d'indicateurs d'impacts écologiques ou de durabilité, utilisables par les agriculteurs, les filières ou les pouvoirs publics

• l'amélioration des systèmes de culture et de leur organisation spatiale, en fonction de cahiers des charges multicritères, tenant compte des objectifs et des contraintes des nombreux acteurs concernés. Les méthodologies de recherche ont beaucoup évolué dans ces domaines durant les dernières années, en particulier en relation avec la complexification du contexte et l'amélioration des connaissances sur le fonctionnement des agrosystèmes. L'école-chercheurs vise à faire le point sur l'évolution de ces méthodologies.

Programme prévisionnel

L'école-chercheurs est constituée de 4 sessions complémentaires se déroulant en deux parties. Le tout étant indissociable, tous les participants assisteront à l'ensemble.

Première partie (19-23.11.2001)

Démarche générale et étude de cas - animateurs : J.M. Meynard (Inra E&A) et J. Wery (Ensam)

Les déterminants des systèmes de culture. Conséquences pour leur évaluation et leur amélioration - animateurs : F. Papy (Inra Sad) et J.M. Meynard (Inra E&A)

Seconde partie (mai 2002/date et lieu à préciser)

Analyse de l'impact des pratiques agricoles sur la production et l'environnement.

Mise au point de techniques, d'itinéraires techniques et de systèmes de culture innovants

Personnel Inra : frais pédagogiques (et de résidentiel) pris en charge par la Formation permanente et le département *Environnement et Agronomie*. Les frais de transport sont à la charge des unités de recherche.

Personnel non Inra : la participation aux frais s'élève à 6 000 F (frais pédagogiques et frais d'hébergement pour les deux parties).

Contribution souhaitée : les participants fournissent au moment de l'inscription une brève présentation de leurs programmes de recherche, de leurs attentes et préoccupations vis-à-vis des thématiques de l'école.

Comité d'organisation : Responsables scientifiques : Jean-Marc Meynard (meynard@grignon.inra.fr), Robert Habib (habib@avignon.inra.fr)

Responsables formation : Rachel Morlot et Nicolas Maurin, Formation permanente (FormaSciences@paris.inra.fr).

Inscriptions et renseignements complémentaires : Nathalie Frelat, Formation permanente nationale Inra. Tél. 01 42 75 91 32. Le formulaire de pré-inscription est envoyé par mél sur demande (frelat@paris.inra.fr).

Prix

Un grand vin rouge de l'Inra

Le vin rouge du Domaine Inra du Grand Parc, millésime 1999, a été sélectionné, avec 2 ou 3 autres, parmi plus de 52 vins de l'Appellation, par la commission technique du Syndicat et par les vignerons intéressés pour promouvoir et représenter l'Appellation "Premières Côtes de Bordeaux" ; c'est-à-dire un vin dont la qualité est reconnue par les professionnels vignerons et dont la typicité correspond à ce qu'ils attendent de ce type de vin.

Pour ce millésime, le vin est vin de couleur rouge sombre, avec un nez complexe encore dominé par les notes boisées auxquelles s'ajoutent les notes de fruits noirs très murs (confiture), d'épice et de café. En bouche, il reflète encore son élevage en barriques, il est ample, volumineux en attaque. Les tanins sont présents mais possèdent une bonne texture, ils annoncent un bon potentiel de garde. La finale est longue et soyeuse.

Ce vin est un assemblage de Merlot (50%), Cabernet Sauvignon (30%), Cabernet Franc (15%) et de Malbec (5%) récoltés sur des parcelles en coteaux, constituées par de très belles graves argileuses exposées Sud et des sols argilo-calcaires exposés Nord, portant de vieilles vignes remaniées au fil des ans pour abriter diverses expérimentations (agronomie puis modes de conduite).

C'est pour le Domaine du Grand Parc, et l'Inra, une excellente reconnaissance du travail accompli et des efforts entrepris depuis 3 ans, tant en conduite de la vigne qu'en vinification.

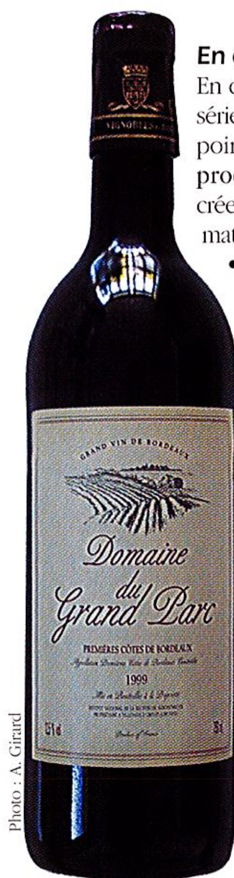


Photo : A. Girard

En conduite de la vigne

En ce qui concerne la vigne, toute une série d'interventions ont été mises au point pour **maîtriser la vigueur et la productivité des vignes**, mais aussi créer un micro-climat optimal pour la maturité des raisins :

- raisonnement de la taille pour ajuster le nombre de bourgeons à un rendement optimal de l'ordre de 45 hl/ ha. La mesure du poids de bois de taille pour suivre l'évolution de la vigueur de la vigne au fil des ans, paramètre clef de la viticulture, est réalisée
- fertilisation très modérée : pas d'apport d'azote tant que la vigueur reste correcte
- apport de potasse pour modifier l'équilibre acide des raisins et par voie de conséquence des vins
- évolution de l'entretien du sol avec abandon immédiat des herbicides de prélevée, et progressif pour les autres herbicides au profit du travail du sol, sous et entre les rangs
- poursuite de l'utilisation de l'enherbement pour maîtriser la vigueur, limiter l'érosion et améliorer la portance des sols
- ébourgeonnage des souches pour enlever les rameaux excédentaires afin de favoriser l'aération des grappes, maîtriser en partie la charge en raisins et, enfin, faciliter les travaux de taille de l'hiver suivant
- effeuillage précoce (juin avant la fermeture de la grappe plutôt que début septembre) pour des grappes sur le côté "soleil levant" pour favoriser la synthèse des polyphénols dans les pellicules (tanins et anthocyanes) à l'origine de la couleur et de la charpente au vin, et aérer la zone des grappes pour diminuer les pressions parasitaires (*Botrytis* notamment) et améliorer le positionnement et l'efficacité des produits phytosanitaires lorsqu'ils sont nécessaires
- comptage des grappes pour estimer le rendement et décider d'un éclaircissage sur les parcelles trop productives ou sur les souches où les raisins ne sont pas suffisamment espacés à la véraison (début août)
- contrôle de la richesse en sucres et de la maturité polyphénolique et dégustation des baies dans toutes les parcelles pour décider des dates de récolte. Dans le vignoble bordelais, il est rappelé que la climatologie joue un rôle essentiel dans toutes ces décisions...

En vinification

À la cave, les efforts ont porté sur :

- la maîtrise des températures des fermentations alcoolique et malolactique
- l'allongement des macérations, 21 à 30 jours, selon les caractéristiques des raisins et des vins estimées par des dégustations tous les 2 à 3 jours
- la vinification individualisée de chaque lot de raisins : parcelles et cépages
- le choix des assemblages et des lots élevés en barrique ou en cuve, l'allongement de la durée de l'élevage en barriques (12 mois)
- la sélection des lots qui seront assemblés pour donner le vin mis en bouteille, le reste partira au négoce en vrac
- un choix méticuleux des matières sèches, bouchons notamment, et traçabilité des opérations (logiciel de gestion parcellaire et logiciel de gestion de cuverie)
- enfin et surtout, une hygiène rigoureuse pourtant difficile dans les conditions de l'ancien chai !

Le domaine du Grand Parc est orienté sur la conservation des ressources génétiques. La diversité engendrée par les conservatoires de clones constitue certainement un atout souvent négligé mais qui pourrait avoir de l'importance dans la qualité des vins.

Dominique Forget,
Directeur de l'unité expérimentale viticole, Bordeaux-Aquitaine

Un livre "Ravageurs de la vigne"

"**Ravageurs de la vigne**" paru en 2000 aux éditions Féret (Bordeaux) sous la direction de **Jacques Stockel**, est un ouvrage collectif auquel ont contribué Élisabeth Boudon-Padieu (Inra Dijon), René Sforza (Inra Dijon), Daniel Esmenjaud (Inra Antibes), Serge Kreiter (Ensa Montpellier, Roger Roehrich (Inra Bordeaux), Maarten Van Helden (Enita Bordeaux), a été distingué par l'Office International de la Vigne et du Vin (OIV) qui lui a décerné le prix pour un ouvrage écrit dans la catégorie Viticulture. La remise officielle des prix a eu lieu au siège de l'OIV le 18 septembre.

Travaux sur une nouvelle maladie de la betterave

À l'occasion de son cinquantenaire, en 1994, l'Institut technique de la betterave industrielle (ITB) a institué une distinction honorifique décernée annuellement à une personnalité ou un organisme qui aura contribué au progrès de la filière betterave-sucre et aura particulièrement appuyé l'action de l'ITB. Cette distinction est matérialisée par un objet d'art conçu par Jacques Silano à la Verrerie d'Art de Soisy-sur-École et réalisé en vingt exemplaires numérotés. En 2001, **l'équipe Inra "Phytoplasmes" de l'UMR Interactions Plantes Microorganismes de Dijon** a été distinguée et recevra le prix le 24 octobre 2001 lors des Portes ouvertes de l'ITB à Raray (Oise).

L'ITB veut honorer les travaux réalisés par l'équipe "Phytoplasmes" sur une nouvelle maladie de la betterave, le Syndrome des Basses richesses, apparu il y a 10 ans et provoquant des chutes importantes de rendement en sucre dans les parcelles atteintes. L'équipe "Phytoplasmes" a mis en œuvre son savoir-faire en termes de recherche d'insectes vecteurs de maladies, de transmission d'agents phytopathogènes non cultivables, de détection microscopique et moléculaire. Dans ces études, cofinancées depuis 1997 par l'ITB et le Conseil Régional de Bourgogne (étude et bourse de thèse), l'étiologie a été élucidée, l'insecte vecteur identifié et les agents pathogènes (un phytoplasme et une bactérie du phloème) caractérisés. La biologie de l'insecte vecteur dans l'itinéraire cultural a été tracée et fournira des pistes pour la mise au point de méthodes préventives. ■

Pour un herbier* par Colette

Médicinales

Un village, autrefois, ne chômait jamais de cueilleuses de simples. "Autant de dangers de mort !" disait Sido. Mais en cachette je les suivais aux bois. Elles parlaient peu et sentaient bon. Sur leurs pas s'obstinait l'odeur de la coupable armoise, de la menthe des marais. C'étaient d'orgueilleuses vieilles femmes, qui tenaient à leur prestige. Elles s'asseyaient rarement, se reposaient debout en tricotant, l'extrémité de la quatrième aiguille d'acier fichée dans les circonvolutions d'un gros noyau de pêcher pendu sur leur ventre au bout d'un cordon, un noyau ancien, transmis de mères en filles et tout poli par l'usage...

Une seule brodait, et mieux qu'on ne peut le dire. De ses yeux aveuglés par les bésicles, de ses mains bouillies dans les lessives et les tisanes, naissaient les mouchoirs des châtelaines ramagés d'initiales, les robes de baptême des nourrissons choyés, les voiles à rinceaux et à médaillons, et des chemises nuptiales si roidies de plumetis et de point turc qu'elles auraient pu se tenir debout, vides de mariée, devant l'époux...

Le temps a détruit les œuvres de la brodeuse herborisante à qui personne ne connaissait d'autre nom que la Varenne. [...] La Varenne ressemblait trait pour trait, en plus vultueux, à la sorcière qui, dans Perrault illustré par Gustave Doré, creuse au couteau la citrouille-carrosse de Cendrillon.

Une telle ressemblance n'ajoutait pas peu aux charmes et aux crédits divers de la brodeuse. Si je l'interrogeais, je n'avais pas à craindre que la Varenne hésitât. Elle proférait un nom -que dis-je deux, dix noms, qu'elle commentait :
- Ça guérit les verrues... Ça tue les chiens... C'est l'herbe-à-serpent, là où tu la vois, tu vois un serpent auprès. La petite feuille poilue, c'est la queue-de-souris.
- Pourquoi ?
- Il n'y a pas de pourquoi, c'est la queue-de-souris. Là, c'est une pulmonaire, pour le poumon.
D'une petite baie rougeotte, elle m'enseignait :
- Tu peux la manger, c'est l'épinevinette, tu peux la mettre en confiture.
- Mais tu ne peux pas la planter vers le blé.
- Pourquoi ?
- Défendu par le gouvernement [1]. Elle gâte le blé. Ça, c'est la grande console [2]. Tout pareil que l'épinard. La petite cerise, c'est de la morelle.
- C'est bon ?
- Oui, pour vomir.
- Alors ce n'est pas bon ?
- Si, c'est bon pour vomir. Quoi c'est-y que tu as ? Tu t'as piquée ?
C'est bien fait. Allez, va, marche, bouge pas, je vas te le plumer, ton pet-d'âne. Elle ouvrait son couteau, protégeait sa main nue d'une mitaine en poulangis, et dépouillait de ses piquants un de ces imposants chardons à candélabres violets, frères sauvages, et bien armés, de l'artichaut. Je l'ai bien souvent mangée, cette haute Onoporde, je mange encore son fond, à la croque-au-sel ou en vinaigrette.

Je n'ai guère distingué mon désir de m'instruire, à l'époque de l'enfance, de cette faim qui mène, comme le chat au chiendent, l'enfant à la groseille poilue, à l'oseille sauvage, à la pimprenelle.

[...] Sur le chapitre des purgatifs, la Varenne ne tarissait pas. Et les diurétiques avaient un large emploi. Qu'importaient les entorses du langage ! La Varenne disait santonille pour santonine, et clair-bassin pour herbe-à-seins (la chélidoine). Mais ses erreurs n'entamaient pas la conviction des fidèles. Elle ne pouvait parler de l'"aiguille-du-berger", modeste ombellifère, sans affecter une étrange grivoiserie, qui redoublait lorsque le hasard la mettait en présence d'une autre médiocre herbacée, la bourse-au-pasteur. J'ai vu, beaucoup plus tard, qu'on n'écarte pas aisément, du libertinage par allusions, les femmes qui n'ont plus rien à démêler avec l'amour.

Sans confondre les espèces, la Varenne bousculait les appellations. De celles qu'elle accommodait à sa phonétique personnelle, quelques-unes me restent. L'amaurose, jadis soignée dangereusement à l'aide de la vénéneuse anémone pulsatille, devenait l'"amoureuse" et le vieux narcotique passait aphrodisiaque, à tous risques. Peu soucieuse qu'une lettre de Boileau à Racine prônât l'emploi du vélard officinal, dit "herbe-aux-chantres", contre l'extinction de voix, notre Varenne le nommait "herbe-aux-chancres" et l'administrait... selon sa piquante erreur.
La pharmacopée clandestine, à court de science, ne se gêne pas pour improviser. Que d'"herbe-aux-sorcières", que d'"herbe-à-faire-les-garçons"...

Eh ! Mon Dieu, respirez le tilleul quand il est un volcan d'abeilles, un buisson de fleurs rousses, le rival de l'oranger, l'insidieux amant, le pollen en pluie d'or, n'est-ce pas assez ? Et bouilli il lui incombe encore de guérir vos fièvres ? Écrivez son nom sur l'étiquette des petits casiers carrés, qui portent sur le ventre un bouton rond "violette, tilleul, verveine, menthe, mélilot feuille d'oranger", et n'oubliez pas le tussilage. Celui-ci, je ne sais plus bien sur quels maux s'étend, tutélaire, sa petite patte jaune et pelucheuse. Mais il a un si joli nom ! J'ai oublié aussi l'emploi, révérence parler, de la verge-du-diable, et d'une plante qui se vantait d'être "la sagesse-des-chirurgiens" je n'ai retenu que le nom.

- À quoi ça sert ? demandais-je.
La défunte Varenne se grattait la tête sous son mouchoir noué, du bout de sa quatrième aiguille, et répondait, dardant le feu de ses bésicles sur les bois lointains, receleurs de panacées imaginaires et de sèves réputées mortelles :
- À rien.


Pulmonaire. Histoire philosophique, littéraire, économique des Plantes de l'Europe, par J.L.M. Poiret. Paris, Éd. Ladrange et Verdière, 1827, tome V.

Aujourd'hui, la défunte Varenne n'a pas perdu tout son pouvoir. Ses simples ont seulement rétréci leur zone d'influence. Foin de la purge, de la colique d'avortement, du trouble-sommeil, de l'herbe-qui-défait-l'amour ! Mais on voit que je leur demande encore de quoi rêver. ■

1 Exact, paraît-il.

2 Pour consoude, je pense.

* Extraits illustrés d'aquarelles de Manet, La Bibliothèque des Arts, Paris, 1948.

Plusieurs organismes de recherche travaillent et collaborent sur les plantes médicinales dans l'Est de la France notamment :

- L'UMR Inra-Ensaia "Agronomie et Environnement" basée à Nancy et à Colmar qui comprend une équipe "métabolites secondaires végétaux".
  - Les recherches réalisées à Colmar ont pour objectif de comprendre et de maîtriser la production de principes actifs à partir de plantes médicinales cultivées (Anne Poutaraud)
  - Les travaux réalisés à l'Ensaia de Nancy visent à mieux comprendre les voies de biosynthèse des métabolites secondaires recherchés par l'industrie pharmaceutique et à optimiser la production (au champ ou en réacteur) de certains d'entre eux. Depuis 1988, différentes molécules provenant du métabolisme des phénylpropanoïdes de divers végétaux ont été étudiées ; plus particulièrement les flavonoïdes et les furanocoumarines. Un des objectifs majeurs est d'isoler les gènes qui correspondent à des étapes de restriction dans la synthèse et plus particulièrement les enzymes P450 qui contrôlent l'hydroxylation d'une furanocoumarine, le psoralène (Frédéric Bourgaud).
- Le laboratoire de Pharmacognosie de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg qui développe des programmes de recherche sur :
  - la valorisation de matières premières végétales d'intérêt pharmaceutique et/ou nutritionnel par l'étude pharmacochimique de plantes riches en polyphénols aux propriétés anti-inflammatoires et vaso-relaxantes (la symphorine), de plantes présentant un intérêt en chimio-prévention de certains cas de cancers digestifs (le thé vert) ; de plantes agissant sur la mémoire (le bacopa) ; de plantes à activité antiparasitaire...
  - la mise au point et le développement de méthodes analytiques permettant le contrôle de qualité de matières premières végétales et d'extraits dans les médicaments à base de plantes (Anne-Lise Lobstein).

Le Point

Les plantes médicinales. Recherches

60 à 70 % des médicaments consommés dans le monde sont issus de plantes. La qualité de ces plantes est conditionnée notamment par les stades de récolte, le séchage et la conservation.
Différents organes, écorce, feuille, fleur, racine, utilisés en phytothérapie entrent dans la fabrication de remèdes traditionnels (infusion, décoction, sirop) ou dans l'élaboration de phytomédicaments : extraits titrés, poudres, nébulisats...
Les plantes peuvent également être la source de molécules thérapeutiques : elles servent alors de matières premières pour la préparation industrielle de principes actifs isolés, présents dans certains médicaments.

Un oubli

Paru dans le n°110, mai-juillet 2001, le texte "Pauvreté et RMI dans l'agriculture" provient de "Inra Sciences Sociales" n°5-avril 2001 du département "Économie et sociologie rurales". Un texte sur ce thème "Une pauvreté toujours présente en agriculture" a déjà été publié dans *Inra mensuel* n°87-février1996.



Photo : F. Carreras

La lavande donne des huiles essentielles, obtenues par distillation avec de la vapeur d'eau ; ces huiles ont des propriétés antiseptiques ; elles sont également utilisées en parfumerie.

Alpes de Haute Provence, plateau de Valensole.

Quelques définitions concernant ce secteur d'activité

La phytothérapie
C'est l'emploi thérapeutique préventif et curatif de matières premières végétales et de substances naturelles isolées de plantes. La phytothérapie est la plus ancienne médecine du monde. Ce n'est pas une médecine douce : elle peut être toxique et dangereuse dès lors qu'elle n'est pas pratiquée de façon raisonnable. La phytothérapie traditionnelle fait appel à des poudres de plantes ou à des extraits, prescrits par des médecins phytothérapeutes qui connaissent leurs usages comme leurs limites.
Des contrôles analytiques performants permettent aujourd'hui d'utiliser des extraits végétaux :

- préparés selon des procédés élaborés permettant d'augmenter les teneurs en certaines substances, choisies en fonction de l'effet thérapeutique recherché
- formulés de manière à optimiser leur biodisponibilité en permettant une assimilation directe par l'organisme pour en garantir l'efficacité
- titrés c'est-à-dire ajustés pour obtenir une teneur constante en principes actifs afin de garantir un certain niveau d'activité
- contrôlés pour vérifier leur stabilité au cours du temps.

La pharmacognosie
C'est l'étude des matières premières et des substances à visée thérapeutique d'origine biologique c'est-à-dire obtenues à partir des végétaux, des animaux ou par fermentation à partir des micro-organismes.
Etymologiquement, il s'agit de la connaissance du poison ou du médicament, la dose faisant toute la différence.

Il s'agit d'une discipline scientifique multidisciplinaire, nécessitant des connaissances en

- botanique : étudier une plante, c'est définir son identité, décrire sa morphologie, connaître son origine, son mode de production
- chimie : analyser sa composition chimique et les facteurs susceptibles de la faire varier, connaître la structure de ses constituants, majeurs et mineurs, actifs et toxiques
- biologie : connaître les activités pharmacologiques des extraits végétaux et celles de substances isolées
- thérapeutique : appréhender les conditions optimales des plantes et des produits qui en sont issus (indications, contre-indications, effets secondaires, interactions médicamenteuses, précautions d'emplois).

La phytochimie
C'est l'étude des constituants présents dans une espèce végétale. Une priorité est donnée aux molécules impliquées dans l'activité d'une plante, par la connaissance de leur structure chimique après isolement à partir d'extraits.
La phytochimie permet de mettre au point des méthodes de contrôles de qualité, de rationaliser les conditions d'extraction parfois d'envisager l'activité pharmacologique d'une substance, si besoin d'imaginer sa synthèse.

Principes actifs des plantes médicinales

De nombreuses plantes médicinales contiennent des molécules possédant des propriétés utiles : prévention ou guérison de différentes pathologies, colorants alimentaires, parfums...

Mucilages
Composés de polysaccharides, les mucilages forment un gel au contact de l'eau. Absorbé par voie orale, ce gel garnit les muqueuses digestives, protège des irritations, des attaques acides et des inflammations. Les tisanes pectorales renfermant des plantes médicinales riches en mucilages (mauve, guimauve, tussilage, pied-de-chat, violette, coquelicot, bouillon blanc) sont utilisées pour leur action protectrice pour les muqueuses irritées de la gorge.

Coumarines
De nombreuses plantes médicinales utilisées en phytothérapie renferment des coumarines aux propriétés pharmacologiques variées : l'esculoside du marron d'Inde est veinotonique (c'est-à-dire capable de diminuer la perméabilité des capillaires sanguins et de renforcer leur résistance) et vasculotrope ; les furanocoumarines du céleri sont photosensibilisantes ; la coumarine du mélilot est anti-œdémateuse.

Anthocyanes
Il s'agit de pigments responsables de la coloration de la plupart des fleurs et des fruits. Caractéristiques des pétales de fleurs (pavot, mauve, hibiscus) et des fruits (cerise, sureau, aubergine), on les trouve aussi dans les bractées (ananas), les pétioles (rhubarbe), les racines (radis) et les bulbes (oignon rouge). Un fort pouvoir colorant et l'absence de toxicité en font des colorants naturels intéressant l'industrie alimentaire. En phytothérapie, les plantes médicinales riches en anthocyanes (myrtille, cassis, vigne rouge, sureau noir, mûres) sont utilisées pour leurs propriétés vasculoprotectrices, anti-oxydantes et anti-œdémateuses.

Huiles essentielles
Ce sont des principes volatils, de composition complexe, obtenus par distillation par la vapeur d'eau ou par expression des péricarpes, dans le cas des fruits de la famille des *Citrus*. Les huiles essentielles ont un large éventail de propriétés. Elles sont antiseptiques (sariette, cannelle, thym, lavande), spasmolytiques (menthe, verveine, romarin, sauge) et anti-inflammatoires (matricaire, muscade). Que ce soit pour des emplois en pharmacie, en parfumerie ou en agro-alimentaire, les huiles essentielles ne sont pas dénuées de toxicité et doivent, par voie orale comme par voie locale, être utilisées avec précaution.

Phénols
Quelques espèces végétales, traditionnellement utilisées comme diurétique et anti-inflammatoire, synthétisent des dérivés de l'acide salicylique, précurseurs de l'aspirine. C'est le cas de la reine des prés riche en aldéhyde salicylique, du gaultheria contenant du salicylate de méthyle et du saule avec le salicoside.

Une exposition de 11 affiches est disponible auprès du centre de Colmar.

Tanins
Les tanins sont des composés polymérisés, responsables de l'amertume de nombreuses drogues végétales (écorce de chêne, feuille d'hamamélis, racine de fraisier). De part leur nature polyphénolique, les tanins forment des complexes avec les macromolécules, en particulier avec les protéines, d'où leur pouvoir "tannant". Les plantes riches en tanins sont utilisées essentiellement pour leurs propriétés astringentes et anti-oxydantes.

Anthraquinones
Ce sont les principaux constituants des drogues végétales comme la feuille de séné, l'écorce de bourdaine, le rhizome de rhubarbe, le suc d'aloès. Selon la dose, les anthraquinones ont une action laxative ou purgative plus ou moins violente. Aux doses thérapeutiques habituelles, ce sont des laxatifs stimulants qui doivent être utilisés avec prudence et sur une très courte période.

Les plantes médicinales, des espèces protégées ?

Une partie des 2100 espèces supérieures protégées en France sont médicinales. La nature de la protection varie selon les plantes et la zone géographique. Quatre catégories de liste définissent le niveau de protection qui peut aller de l'interdiction totale de récolter la moindre partie de la plante jusqu'à une possibilité réglementée de récolte. Ainsi, *Arnica montana* (anti-ecchymotique populaire) ne peut être récoltée en Bourgogne et dans le Centre mais peut faire l'objet d'une réglementation préfectorale dans les autres régions françaises. La valériane (*Valeriana officinalis*) reconnue comme sédatif est protégée en Alsace. Dans tous les cas, la récolte de plantes pour usage personnel est fortement déconseillée aux non spécialistes car elle peut provoquer des dégâts sur les sites naturels. De plus, des erreurs de déterminations spécifiques peuvent s'avérer dans certains cas mortelles, par exemple une confusion entre *Gentiana lutea* et *Veratrum album*.

Flavonoïdes

Ce sont des polyphénols aux propriétés veinotoniques, anti-oxydantes et anti-inflammatoires. De nombreuses drogues riches en flavonoïdes sont utilisées sous forme d'extraits standardisés (ginkgo). Très souvent, ce n'est pas la seule présence des flavonoïdes qui justifie l'intérêt thérapeutique de la plante ou de l'extrait : des huiles essentielles, des saponosides ou d'autres substances sont aussi, en partie, responsables de l'activité recherchée (arnica).

Les différents niveaux de recherche sur les plantes médicinales

Une bonne maîtrise de la production de molécules naturelles d'intérêt pharmaceutique implique d'approfondir les connaissances par des recherches faisant intervenir plusieurs disciplines scientifiques et différents niveaux d'organisation :

- le peuplement végétal, afin d'étudier les interactions entre la synthèse des métabolites secondaires et les facteurs du milieu
- la plante, pour étudier la production de principes actifs dans les différents organes au cours de son développement
- les niveaux cellulaire et histologique, pour rechercher leurs lieux de synthèse et leur répartition dans les différents tissus
- le niveau biochimique, afin d'étudier les différentes étapes enzymatiques ainsi que les molécules précurseurs qui interviennent dans leur biosynthèse
- le niveau génomique, dans le cas d'études fines sur le déterminisme de leur synthèse et la régulation de leur production.

Domestication et amélioration de la qualité de plantes médicinales

Afin de produire des médicaments à partir d'extraits végétaux ou de substances pures isolées de plantes, l'industrie pharmaceutique recherche du matériel végétal de haute qualité.

Les recherches ont pour objectifs de comprendre et maîtriser la production de principes actifs par les plantes médicinales, c'est-à-dire :

- domestiquer l'espèce étudiée si besoin
- sélectionner des origines à fortes teneur et rendement en principes actifs
- optimiser les techniques culturales et de post-récolte.

Dans des numéros précédents, nous avons développé les recherches sur le colchique et le millepertuis [1]. Ici nous évoquerons le mélilot et la rue.

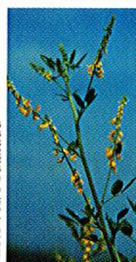


Photo : A. Poutaraud

Le mélilot

(Melilotus officinalis L., *Fabaceae)*

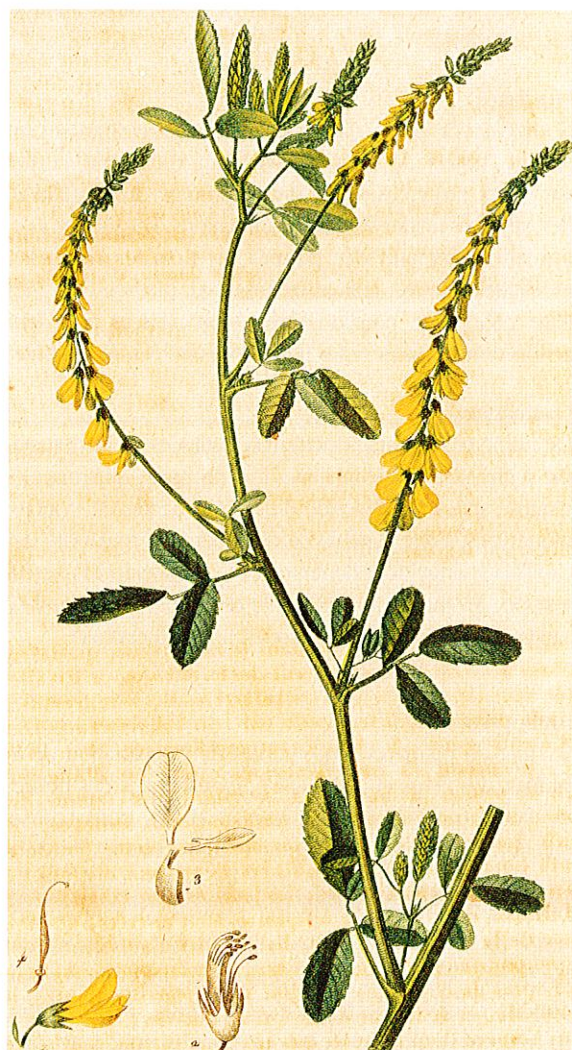
Le mélilot est une légumineuse fourragère mellifère, qui fleurit en deuxième année de culture. Il est adapté à une large gamme de sols et de climats et se trouve essentiellement dans les friches et en bordure de routes.

Principes actifs et propriétés

Un extrait de mélilot, par voie orale comme en usage local, est utilisé dans le traitement symptomatique des troubles mineurs de la circulation sanguine (jambes lourdes, crampes...).

Petite histoire du mélilot

Vers les années 1920, au Canada et dans le nord des États-Unis, est apparue une maladie du bétail à allure épidémique, se traduisant par de sévères hémorragies. Elle était



Melilot. La flore médicale, décrite par F.P. Chaumeton, Chamberet et Poiret peinte par E.P. Panckoucke et par P.J.F. Turpin. Tome cinquième, Éd. C.L.F. Panckoucke, 1818.

[1] Le colchique, n°100, janvier-mars 1999, rubrique "Le point". Le millepertuis, n°104, mars-avril 2000, rubrique "Travaux & recherches".

Voir aussi :
Plantes médicinales du monde. Réalités et Croyances, B. Boullard, illustré de 1076 figures, Inra Ed., 2001, 636 p.
Ce dictionnaire décrit plus de 2300 espèces végétales d'Afrique, d'Amérique, d'Asie ou d'Europe.
Il en inventorie les propriétés médicinales reconnues ou supposées et familiarise le lecteur avec un certain nombre de composés chimiques impliqués dans ces "pouvoirs de plantes". Plusieurs index (noms scientifiques de plantes ; noms français et noms populaires ; domaines d'application thérapeutique) facilitent grandement la consultation de l'ouvrage.

due à l'absorption de mélilot de qualité médiocre. En effet, dans de mauvaises conditions de séchage des fourrages, la coumarine du mélilot est transformée par une moisissure, qui conduit à la formation de dicoumarol. Ce composé, aux propriétés anticoagulantes, a servi de modèle moléculaire pour la synthèse de rodenticides (mort-aux-rats). Les programmes de recherche sur le mélilot ont pendant longtemps eu comme objectif de diminuer les teneurs en coumarines afin de produire du fourrage de qualité.

La culture du mélilot présente plusieurs intérêts

• économique : développer en France une culture de qualité et limiter ainsi les importations.

• pharmaceutique : produire des sommités fleuries de mélilot de très bonne qualité, homogène et définie.

Un programme de recherche

Un certain nombre de recherches ont été entreprises avec les objectifs suivants :

• adapter les techniques culturales afin de produire du mélilot à forte teneur en coumarines (principes actifs) :

• avancer dans la compréhension de la répartition des coumarines dans le mélilot au cours de son cycle

• étudier l'influence des facteurs externes sur la synthèse des coumarines

• maîtriser la production de mélilot à l'échelle industrielle à plus de 0,7% de coumarine.


Photo : A. Poutaraud

La rue

(*Ruta graveolens* L., *Rutaceae)*

La rue est une plante médicinale pérenne utilisée en Europe depuis plus de 1500 ans ; elle synthétise une huile essentielle qui lui confère une odeur forte, désagréable.

C'est une herbacée de 40 à 70 cm dont les fleurs jaunes s'épanouissent de mai à septembre. Elle pousse sur les coteaux arides et caillouteux, dans les endroits secs, sur les vieux murs, dans une grande partie de la France et en Suisse.

La rue se perpétue par ramification de sa tige souterraine. C'est une plante facile à cultiver, mais qui se développe lentement en première année de culture.

Principes actifs et propriétés

Elle est intéressante car elle contient des substances actives contre certaines affections dermatologiques.

La rue contient quatre furanocoumarines. Les furanocoumarines, bien connues pour leur capacité à provoquer des photodermites, sont utilisées en dermatologie notamment dans le traitement du psoriasis et du vitiligo par la société PUVAthérapie. Elles présentent également d'autres activités susceptibles d'être développées ces prochaines années, notamment en cancérologie (traitement de certains lymphomes cutanés), voire dans le traitement de la sclérose en plaques.


Rue. La flore médicale, décrite par F.P. Chaumeton, Chamberet et Poiret peinte par E.P. Panckoucke et par P.J.F. Turpin. Tome sixième, Éd. C.L.F. Panckoucke, 1818.

La culture de la rue présente divers intérêts

Psoriasis et vitiligo sont des affections dermatologiques, qui touchent d'années en années plus de personnes.

Les ressources naturelles en furanocoumarines sont limitées, et la synthèse chimique très coûteuse. Actuellement, ces molécules sont extraites d'huile essentielle de bergamote (*Citrus bergamia* L., *Rutaceae)*, mais, à terme, cette production ne pourra couvrir les besoins croissants. Il est donc nécessaire de trouver une alternative. Celle-ci pourrait consister en l'utilisation d'autres espèces riches en furanocoumarines faciles à mettre en culture, telle la rue.

Un programme de recherche

Mené en collaboration avec l'Ensaia de Nancy, le travail conduit à Colmar concernait la mise en place de la culture par semis et l'étude de la production des furanocoumarines dans les différents organes de la plante au cours de son cycle.

Anne-Lise Lobstein
Pharmacognosie de Strasbourg, université Louis Pasteur
Anne Poutaraud
Agronomie et Environnement, Colmar
Pascale Zindy
Communication, Colmar ■

Eléments de réflexion

Évolution du concept de protection des cultures

L'histoire de la protection des cultures contre les populations d'organismes, qui leur deviennent occasionnellement nuisibles, est marquée par la découverte et la mise au point, au milieu du siècle dernier, des **pesticides chimiques** ou substances toxiques issues de la chimie de synthèse. Aujourd'hui encore, ils constituent l'essentiel des moyens de lutte mis à la disposition des praticiens, grâce au dynamisme d'une industrie phytosanitaire qui, jusqu'à présent, a pu répondre aux besoins et contraintes du marché. Les raisons d'un tel succès tiennent aux qualités particulières de ces produits, à savoir leur efficacité, leur facilité d'emploi et leur coût relativement réduit. En dépit de telles caractéristiques, l'application de la lutte chimique a bientôt révélé des **inconvénients majeurs**, dès les années 60, sans doute en raison de la généralisation de traitements systématiques : pullulation de ravageurs occasionnée par la raréfaction de la faune d'organismes auxiliaires, apparition de phénomènes de résistance engendrant à tort une intensification des applications, contamination des chaînes trophiques, intoxications humaines accidentelles...

Ce contexte favorisa un regain d'intérêt pour le concept de **lutte biologique**, qui avait connu un franc succès à la fin du 19ème siècle avec sa stratégie originale d'introduction-acclimatation d'auxiliaires exotiques. L'adoption du concept de **lutte intégrée** par la FAO dès 1968, visant à harmoniser les différents procédés de lutte, s'avéra cependant plus laborieuse que souhaité, tant l'antagonisme entre les tenants du "tout chimique" et du "tout biologique" était profond. Plus d'un expert de l'époque a reconnu d'ailleurs que l'adoption d'un tel principe pêchait par l'absence d'une stratégie de mise en œuvre, combinant à la fois les spécificités d'intervention contre les différents organismes nuisibles à une même culture, la notion nouvelle de seuil économique pour l'évaluation du risque phytosanitaire, la nécessité d'un diagnostic personnalisé au niveau de chaque parcelle de culture, la responsabilité du praticien dans le choix des substances actives les moins dommageables pour l'environnement. C'est pourtant à ce concept de lutte intégrée que l'on doit la notion de risque phytosanitaire, tenant compte des caractéristiques démographiques et physiologiques des différentes populations d'organismes nuisibles affectant une même parcelle de culture dans un contexte socio-économique donné.

Les caractères en gras sont d'Inra mensuel.

Dans une certaine mesure, les objectifs donnés à la promotion du concept d'IPM (*integrated pest management*) **aux États-Unis** contribuèrent involontairement à entretenir une certaine confusion. L'effort fut en effet logiquement porté en priorité sur la réduction des quantités de pesticides chimiques utilisées, alors que dans le même temps on affichait l'objectif de promouvoir des solutions alternatives, comme la lutte biologique, sans pour autant expliciter la notion novatrice de gestion (*management*). Au total, les grands programmes américains qui se sont succédé jusqu'au début des années 80, ont eu des effets souvent contraires à ceux qui étaient attendus. **Privilégiant l'évaluation du risque au détriment de l'intégration de solutions dites alternatives, ils ont en effet semblé favoriser une utilisation raisonnée des pesticides chimiques**, situation inattendue évidemment bien exploitée par l'industrie phytosanitaire !

Dans le même temps, une évolution différente se dessinait **en Europe de l'Ouest**, sous l'impulsion des groupes de travail de l'OILB **(Organisation Internationale de Lutte Biologique)**, tout particulièrement dans le domaine de l'arboriculture fruitière pris comme modèle. Elle déboucha sur la **définition d'une stratégie dite de protection intégrée, englobant toutes les techniques** susceptibles d'être appliquées dans un même agro-écosystème, **en respectant les critères économiques, écologiques et toxicologiques spécifiques** (cf le message d'Ovronnaz, OILB 1977). Elle révéla l'importance des techniques préventives de lutte, du rôle de l'environnement des parcelles de culture, du choix des matières actives chimiques en fonction de leurs effets non intentionnels et des difficultés de mise en œuvre des procédés de lutte biologique, mais aussi des contraintes socio-économiques du problème. Elle marqua en outre **une étape importante de l'évolution du concept de protection des cultures, qui passa ainsi du stade de la lutte contre un ou des organismes nuisibles à celui de la protection d'une culture dans son contexte agronomique**.

Aujourd'hui on observe une réelle convergence des différents points de vue avec l'adoption d'une stratégie commune en trois points : 1•la prévention des dommages, 2•l'évaluation du risque, 3•les traitements curatifs. L'interprétation qui en est faite est pourtant sensiblement différente, suivant que l'on s'adresse aux adeptes d'une protection dite raisonnée des cultures d'un côté, ou aux partisans d'une protection intégrée de ces mêmes cultures d'un autre côté. Les premiers, dans une approche pragmatique, considèrent qu'ils ne disposent pas de solutions alternatives suffisamment fiables à l'emploi des pesticides chimiques et s'efforcent donc d'utiliser ceux-ci de la manière la plus rationnelle qui soit. Les seconds, préoccupés par le développement durable de la biosphère, sont favorables aux solutions biologiques, tant préventives que curatives, sans pour autant exclure l'emploi des pesticides de synthèse les moins dommageables pour l'environnement en tout dernier recours. L'enjeu est d'importance et relève, comme d'autres, de l'application du principe de précaution, et donc autant des valeurs affichées par les sociétés humaines que des risques qu'elles acceptent d'encourir, dans la mesure bien sûr où elles en sont objectivement informées.

Pierre Ferron,
directeur de recherches honoraire de l'Inra

S'alimenter demain

Le passage au 3ème millénaire est souvent ressenti comme une période de transition vers un avenir bien mal défini. Ceci est vrai pour de nombreux domaines, celui des ressources énergétiques, de la mondialisation de l'économie, des équilibres géopolitiques et de la préservation de notre planète. Concernant l'alimentation humaine, les prévisions un peu futuristes avaient décrit pour l'Homme du 21ème siècle, la généralisation de préparations alimentaires entièrement reconstituées, prêtes à l'emploi, et largement uniformisées. Il est clair que nous n'avons pas eu, et que nous n'aurons pas "les sachets repas". Cependant les évolutions ont été très fortes. L'agriculture est devenue majoritairement un secteur de production de matières premières, que l'industrie agro-alimentaire transforme. Pour le consommateur, l'offre n'a jamais été aussi diversifiée, les connaissances jamais aussi étendues ; alors que de nombreuses interrogations subsistent comme l'illustrent les plaintes de la société sur la "mal bouffe".

Quels sont les événements qui ont modifié notre sentiment français d'être bien nourris ?

Des peurs alimentaires

Sans doute, en premier lieu, la découverte de pratiques choquantes dans l'agriculture, ou l'activité agro-alimentaire, avec les affaires récentes de la vache folle, l'apparition des OGM, mais aussi l'utilisation de bien d'autres techniques peu naturelles. La peur d'être empoisonnés par divers composés chimiques, ou contaminés par divers agents microbiens, a accentué un réflexe sécuritaire. Parallèlement est apparue une interrogation profonde sur le maintien de la qualité des aliments, comme l'illustrent les plaintes sur la valeur du pain, le goût des tomates, des fruits, voire du lait. Par ailleurs, le consommateur a été confronté à une offre sans précédent de produits transformés censés satisfaire tous ses besoins, au-delà même de ce qu'il pouvait imaginer. Mais le manque de clarté sur l'origine des ingrédients et les modalités de production ont suscité des doutes sur la qualité des aliments proposés ou ont été à l'origine d'une exigence nouvelle de traçabilité. Des craintes se sont également exprimées face au risque de l'uniformisation des modes alimentaires ou de la perte des produits de terroir.

Une offre alimentaire abondante, diversifiée mais aussi parfois sans réelle valeur nutritive

Quel est le jugement porté par les nutritionnistes sur la chaîne alimentaire actuelle ? S'il n'y avait pas les incertitudes graves concernant l'encéphalopathie spongiforme bovine, la peur sécuritaire serait largement injustifiée puisque les aliments n'ont jamais été aussi sûrs et contrôlés qu'à l'heure actuelle. De plus, l'offre alimentaire est très diversifiée ; ce qui est une des conditions pour réussir l'équilibre nutritionnel et favoriser des modes alimentaires protecteurs. En clair, même s'il y a des déviations très graves liées, dans nos pays, à l'excès de l'offre énergétique, nos sociétés modernes n'ont jamais été aussi bien nourries. Par contre, le recours trop systématique au fractionnement des aliments, à leur purification trop intensive, a diminué leur densité nutritionnelle, c'est-à-dire leur richesse en composés protecteurs non énergétiques. Les étalages des supermarchés regorgent ainsi d'une multitude de sources caloriques de composition très sommaire ; les nutritionnistes les qualifient de "calories vides" pour signifier leur perte de complexité, leur carence en micronutriments divers. Cette classe de composés regroupe les vitamines, les oligo-éléments, divers antioxydants et de nombreux micro-constituants d'origine végétale.
Paradoxalement, l'abondance des produits transformés rend difficile les choix alimentaires pourtant si importants pour le maintien d'une bonne santé.
De plus, on ne sait pas encore mesurer les conséquences à long terme de la perte de "naturalité" des produits sur la santé mais aussi sur les comportements alimentaires de l'homme. Il semble que l'on en ait un aperçu inquiétant à travers le développement de l'obésité aux États-Unis.

De nouvelles connaissances en nutrition préventive

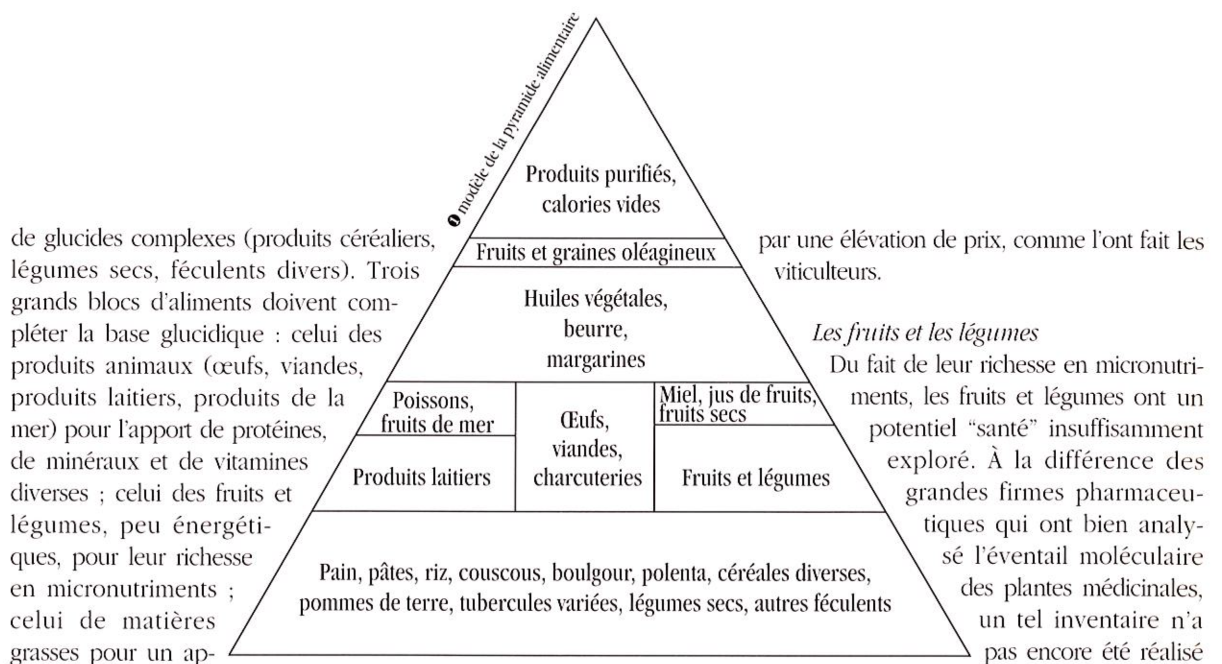
Les réserves que l'on peut émettre sur la chaîne alimentaire des pays occidentaux contrastent avec les avancées remarquables de la nutrition préventive, une nouvelle discipline qui décline les deux fonctions de l'alimentation :
- la satisfaction de tous les besoins nutritionnels pour un fonctionnement optimal de l'organisme
- la prévention de nombreuses pathologies (diabète, maladies cardiovasculaires, ostéoporose, cancers...). Dans le domaine de la prévention nutritionnelle, un très grand nombre d'enquêtes épidémiologiques ont en effet mis en évidence l'efficacité des divers modes alimentaires qui fournissent des apports énergétiques équilibrés et qui sont riches en facteurs de protection d'origine végétale. Elles ont révélé notamment le rôle-clé des fruits et légumes. La prévention du diabète, des maladies cardiovasculaires mais aussi de certains cancers, pourrait ainsi être largement maîtrisée par une bonne alimentation.

L'analyse des divers facteurs nutritionnels impliqués dans la prévention a permis de montrer le rôle déterminant de la fraction non énergétique de l'alimentation (fibres, minéraux, micronutriments), celle qui précisément est si souvent altérée par les diverses transformations alimentaires. Ainsi, il existe une situation paradoxale d'abondance énergétique, souvent accompagnée de carence nutritionnelle en micronutriments protecteurs.

Mieux connaître les bases d'une bonne nutrition

Les nutritionnistes utilisent le modèle de la pyramide alimentaire ❶ pour représenter la façon la plus efficace de bien se nourrir. La base de cette pyramide, qu'il faut absolument préserver, est constituée par les diverses sources

de glucides complexes (produits céréaliers, légumes secs, féculents divers). Trois grands blocs d'aliments doivent compléter la base glucidique : celui des produits animaux (œufs, viandes, produits laitiers, produits de la mer) pour l'apport de protéines, de minéraux et de vitamines diverses ; celui des fruits et légumes, peu énergétiques, pour leur richesse en micronutriments ; celui de matières grasses pour un apport équilibré des divers acides gras. Le sommet de la pyramide est réservé aux produits dont il faut limiter l'usage, principalement les préparations riches en "calories vides". On gagnerait sans doute à ce que cette pyramide alimentaire consensuelle soit affichée à titre indicatif dans nos supermarchés afin qu'elle serve de guide au consommateur pour remplir son caddie. En effet, les enquêtes alimentaires montrent que les apports énergétiques de la population française sont loin de correspondre aux recommandations nutritionnelles et qu'il existe encore un excès de consommation de lipides et de glucides purifiés.



Les nutritionnistes sont donc, à l'heure actuelle, capables d'émettre des recommandations qui seraient très profitables pour préserver la santé ou tout simplement pour le bien-être individuel.

Améliorer la qualité des produits alimentaires

Par ailleurs, les possibilités d'améliorer les qualités des produits alimentaires et leur impact sur la santé demeurent considérables. Les progrès nutritionnels pourraient concerner, en premier lieu, la composition de beaucoup de produits végétaux et des aliments qui en sont issus.

Le blé et le pain

Le pain blanc est un exemple de produit très appauvri en fibres, minéraux et micronutriments, que l'on gagnerait à faire évoluer. Dans cette optique, les critères de qualité du blé pourraient être revus pour la production de pain plus complet, plus riche en micronutriments, et de meilleur goût. Sans doute faudra-t-il favoriser la qualité plutôt que le rendement mais les marges de manœuvre sont considérables. Le prix du blé payé à l'agriculteur pour la confection d'une baguette ne représente guère plus de 20 centimes. Le coût de la matière première pourrait être doublé sans conséquence significative pour le consommateur ; ce qui devrait permettre d'entreprendre une **démarche qualité dans le sens d'une agriculture raisonnée, voire d'une agriculture biologique**. Des actions de recherche vont être engagées dans ce sens. Demain, on devrait disposer de pain d'une qualité sans doute inégalée jusqu'ici pourvu que l'on sache compenser la baisse de rendement par une élévation de prix, comme l'ont fait les viticulteurs.

Les fruits et les légumes

Du fait de leur richesse en micronutriments, les fruits et légumes ont un potentiel "santé" insuffisamment exploré. À la différence des grandes firmes pharmaceutiques qui ont bien analysé l'éventail moléculaire des plantes médicinales, un tel inventaire n'a pas encore été réalisé pour les plantes comestibles. Chaque espèce végétale a une composition caractéristique en micronutriments, les uns (vitamine E, C, polyphénols, caroténoïdes...), utiles pour lutter contre le stress oxydant lié à la production de radicaux libres, les autres pour améliorer le fonctionnement cellulaire ou pour inhiber des étapes-clés du processus cancéreux. La protection générale de l'organisme semble en fait résulter de la diversité et de la synergie d'action d'une multitude de micronutriments d'où l'intérêt de maîtriser la composition et la complémentarité des divers produits végétaux. Il est probable que l'homme saura encore améliorer la valeur "santé" de ses productions végétales ; ce qui aura un intérêt considérable pour la qualité de la vie. Dans cette optique, les perspectives de développement dans le secteur des fruits et légumes, tant au niveau qualitatif que quantitatif sont remarquables.

Les matières grasses d'origines végétale et animale

La maîtrise de la qualité des matières grasses est aussi un fort enjeu nutritionnel ; la question de l'équilibre des divers acides gras semble avoir été bien comprise et aboutit à privilégier l'usage d'huiles végétales variées dont la plupart demeurent trop raffinées ; ce qui les prive d'une partie de leurs micronutriments et donc de leurs vertus protectrices.

À la différence des produits végétaux extrêmement perfectibles, la composition des produits animaux est relativement constante et moins modulable. Cependant, les conditions d'élevage, la nature de l'alimentation, ont une influence significative sur la qualité des produits. Dans ce domaine, il sera particulièrement judicieux d'appliquer l'équation "rendement plus faible x prix plus élevé" pour aller dans le sens de la qualité, de la santé et du maintien des intérêts économiques.

Porter attention aux procédés de transformation

La production d'aliments de qualité est la première étape indispensable pour faire progresser la nutrition préventive mais cet effort doit être prolongé par la recherche des procédés de transformation ou de distribution les plus adaptés. Dans ce secteur, les progrès à réaliser sont aussi très importants. Nous ne sommes pas encore sortis du

fractionnement systématique, d'un cracking alimentaire dénaturant, d'une utilisation excessive de sel, de sucres ou de matières grasses. L'intérêt de préserver la complexité des aliments de base n'est pas suffisamment pris en compte. Le caractère fonctionnel des préparations alimentaires est souvent privilégié au détriment de la "naturalité", de la biodiversité en micronutriments ; ce qui contribue à diminuer le potentiel protecteur des aliments.

Des aliments fonctionnels

C'est dans ce contexte que divers acteurs ont cherché à développer des suppléments nutritionnels qualifiés de nutraceutiques ou des aliments fonctionnels avec des allégations santé très ciblées. Certes, il est probable que certains aliments puissent être aussi efficaces que des médicaments par leur richesse en divers principes actifs. Cependant, la multiplication d'aliments fonctionnels et le mode alimentaire particulier qui en découlerait risquent d'occulter le caractère global et extrêmement complexe de la protection offerte par les modes alimentaires équilibrés (qui ont en plus l'avantage de favoriser la convivialité). Par exemple, l'utilisation d'un micronutriment isolé d'origine végétale tel que le β-carotène n'a jamais reproduit les effets positifs des fruits et légumes, sans doute parce que l'**effet synergique** des divers micronutriments est perdu. Une alternative beaucoup plus sûre serait d'améliorer les procédés de transformation alimentaire par le recours systématique à des technologies douces qui préservent la richesse et la complexité des aliments.

Un enjeu socio-économique considérable : les dépenses de santé et d'alimentation

Les possibilités de faire progresser la qualité et l'efficacité préventive de notre alimentation sont certaines ; ce qui représente un enjeu socio-économique considérable. Il faut rappeler que les deux secteurs "alimentation" et "santé" fonctionnent en partie comme des vases communicants, si bien que les dépenses de santé pourraient être bien mieux maîtrisées dans une société moderne par le recours à une alimentation protectrice. En fait, l'amélioration du statut nutritionnel de la population ne nécessite pas de bouleverser très fortement les habitudes et les dépenses alimentaires des Français. De 18% en moyenne, les dépenses alimentaires des ménages pourraient atteindre 20% afin de financer le surcoût dû à l'amélioration de la qualité ou à la consommation accrue des fruits et légumes. Par ailleurs, des économies substantielles pourraient être réalisées en réduisant la consommation de produits sans intérêt nutritionnel, voire défavorables à la santé.

... mais aussi pour le secteur agricole

La maîtrise du vivant semble être l'un des grands enjeux du 21ème siècle et concernera aussi en premier lieu la composition des aliments et en particulier leur richesse en micronutriments. La question est de savoir à **qui profitera la nature des retombées économiques liées au progrès de la nutrition préventive. Il serait particulièrement important que le développement des recherches puisse aussi profiter au secteur agricole et pas seulement au secteur industriel.** Il semble en effet que la position des agriculteurs, en tant que simples producteurs de matières premières, soit de plus en plus difficile à tenir. Accusés d'être soutenus par les subventions publiques, et parfois d'être à l'origine de mauvaises pratiques de production, leurs difficultés risquent de s'aggraver s'ils se résignent au seul rôle de sous-traitants des industries agro-alimentaires, sans parler du complexe de dépendance et du malaise que cette situation risque d'engendrer. Pour préserver le sens de leur travail et défendre leurs intérêts, les agriculteurs doivent revaloriser leur production via la maîtrise de la qualité et de la valeur "santé" des aliments. Pour cela, il est nécessaire que le secteur agricole, en plus de son évolution vers des systèmes de production raisonnée, s'organise pour prendre en charge certaines techniques de transformation et de distribution. Cette évolution permettra d'éviter qu'il ne subsiste en France qu'une agro-industrie ; ce qui aurait des conséquences graves sur notre équilibre culturel et sur le développement de certaines régions rurales.

La valorisation de l'agriculture, comme celle des autres secteurs agro-alimentaires, passe donc par la prise en compte des relations entre alimentation et santé tout au long des étapes de la chaîne alimentaire. Il y aura certainement une concurrence entre deux offres bien distinctes : celle des produits alimentaires de qualité qui auront préservé au maximum leur complexité et leur caractère "naturel", secteur auquel les agriculteurs devraient s'intéresser particulièrement ; et celle des produits transformés avec un savoir-faire technologique élevé en fonction de divers critères fonctionnels. Il reviendra au consommateur de faire les choix les plus judicieux pour son bien-être mais aussi pour l'équilibre de l'ensemble de la société. **L'acte de bien se nourrir est aussi de la responsabilité de chacun mais ne peut se faire que dans un esprit de convivialité, de respect des autres et de la nature.**

En conclusion

Seul un développement harmonieux de l'agriculture et du secteur agro-alimentaire peut apporter un bénéfice durable à la société. Demain ces secteurs auront une mission remarquable dans le maintien de la santé, en plus de leurs rôles de satisfaction des besoins énergétiques. L'alimentation de demain sera celle qui saura s'adapter aux contraintes écologiques et socio-économiques et assurer une mission mieux définie de préservation de la santé.

Christian Rémésy
Maladies Métaboliques et Micronutriments
Clermont-Theix, Crnh de Clermont-Ferrand
Mél. remesy@clermont.inra.fr ■



Photo : Christophe Maître

Les agrumes. Recherches Inra-Cirad en Corse.
Thème de la Science en Fête en octobre 2001. Un "Point" est prévu prochainement.

Les résumés sont d'*INRA mensuel*
À ce numéro sont joints un tiré à part : "Les animaliers 2001" (20 p.) et "Info'rentrée 2001" Inra Éditions

Directrice de la publication : Corine Plantard / Responsable de l'INRA mensuel : Denise Grail / Secrétariat : Frédérique Chabrol - Mél. chabrol@paris.inra.fr
Maquette et P.A.O. : Pascale Inzérillo / Photothèque INRA : Jean-Marie Bossennec - Julien Lanson - Christophe Maître
Comité de lecture : Pierre Sellier (APA) / Pierre Cruiziat (EFA) / Alain Fraval (ME&S) / Sylvain Mahé (NHSA) / Christiane Grignon, Camille Raichon (SED) / Brigitte Cauvin (Jouy-en-Josas) / Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains) / Laurence Garmendia (Relations internationales) Yvonne Couteaudier (PPV) / Nicole Prunier (MIC) / Marie-Thérèse Dentzer (Presse) / Daniel Renou (DADP) / Catherine Frayssinet, Brigite Faugère (Programmation et financement) / Claire Werlen, Jean-Pierre Frémeaux (DRH) / Raditja Ilami-Langlade (Retraités)

INRA, Mission communication, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : 01 42 75 90 00.
Conception : Philippe Dubois / Imprimeur : Graph 2000 / Photogravure : Vercingétorix / ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP